

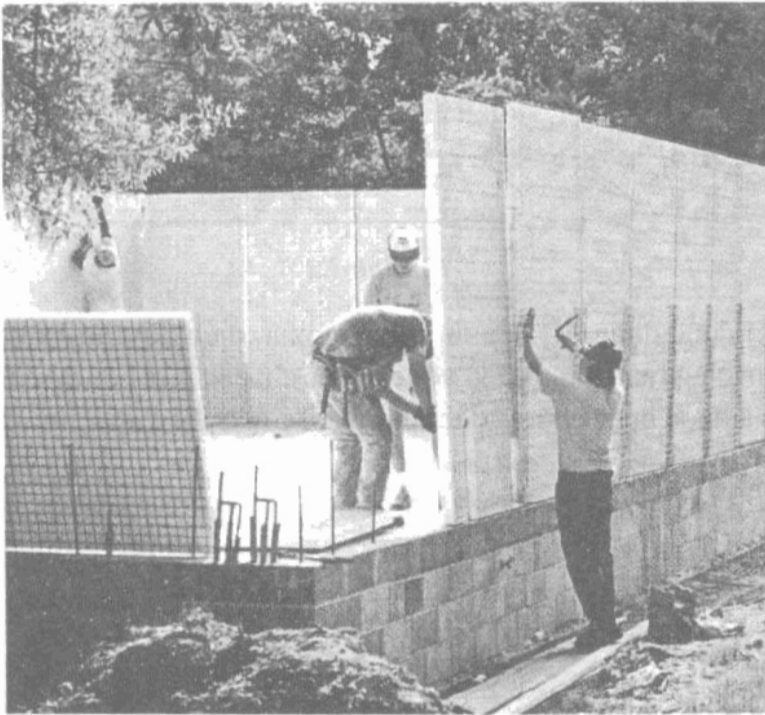
## PHẦN 2. QUY TRÌNH THI CÔNG TẤM VẬT LIỆU 3D

### Chương 1

### THI CÔNG NHÀ BẰNG TẤM 3D

#### 1.1. CÁC CÔNG ĐOẠN THI CÔNG NHÀ BẰNG TẤM 3D

##### 1.1.1. Khoan các lỗ, cắm thép râu theo bản vẽ thiết kế

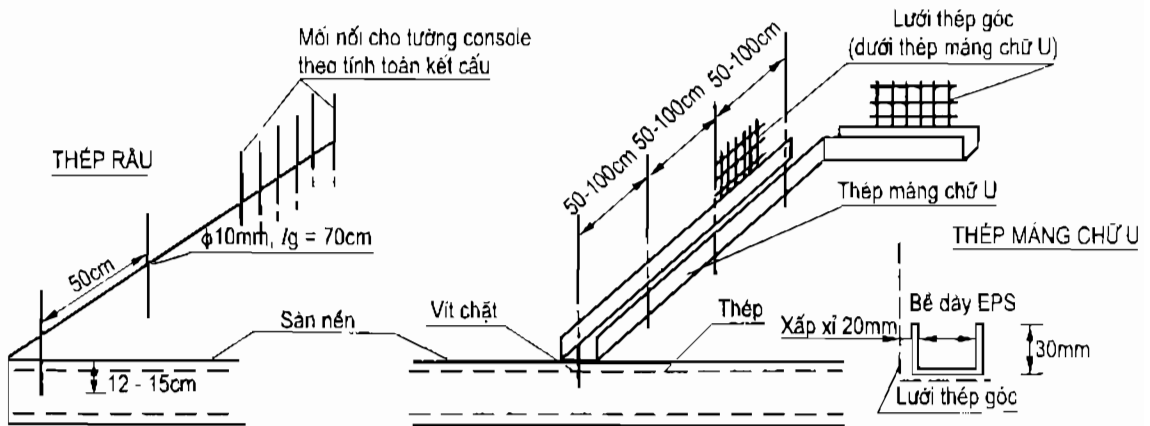


*Hình 1.1*

Các tấm 3D được lắp dựng trên sàn chịu lực, hoặc đà kiềng, các thanh thép để dựng tấm panel có đường kính 10mm, đặt cách khoảng 50cm ở một bên tường (đối với tường bao thường đặt thép râu ở mặt trong) để dựng bức tường. Các thanh thép được cố định bằng cách khoan các lỗ rồi cắm thép, sau đó trám lỗ bằng vữa xi măng. Những thanh thép râu này chỉ giúp cho việc dựng các tấm panel dễ dàng, chúng không có chức năng chịu lực ngang hoặc moment. Đối với những kết cấu đặc biệt (chịu tải trọng gió trên các bức tường console) các thanh thép râu phải đặt ở cả hai bên với khoảng cách ngắn hơn theo yêu cầu của kết cấu, các lỗ chân thép râu phải trám bằng keo hoá chất (expoly resin). Chỉ trong trường hợp có tải trọng lớn (động đất) các thanh thép nối phải được chôn sẵn trong sàn nền.

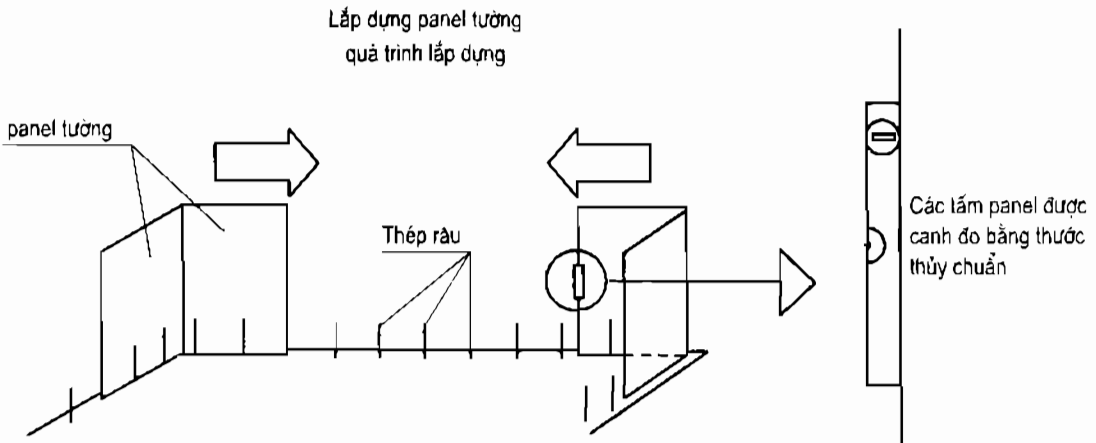
Có thể không sử dụng thép râu để dựng các bức tường mà dùng máng hình chữ U có bề ngang bằng bề dày lõi EPS được gắn trên mặt sàn, thép máng chữ U có chiều cao ít nhất là 30mm, bề dày của thép máng chữ U là 0,6 – 0,8 mm. Trong trường hợp này nên dùng các tấm lưới nổi nhỏ (30 cm × 30 cm) đặt dưới các góc tường. Những tấm lưới nổi dạng chữ L này phải được giữ chặt dưới máng chữ U và buộc chặt vào panels tường.

Phải phủ một lớp chống thấm nước trước khi dựng panel, nên dùng loại sơn bitumen (bituminous paint film).



**Hình 1.2**

Panel phải được dựng bắt đầu từ một góc nhà, điều này rất cần thiết để kết cấu được vững chắc ngay từ đầu bởi vì với cách đó thì các tấm panel mới có thể sắp xếp thẳng đứng và được buộc chặt vào thép râu hoặc lưới thép nối bằng dây thép.

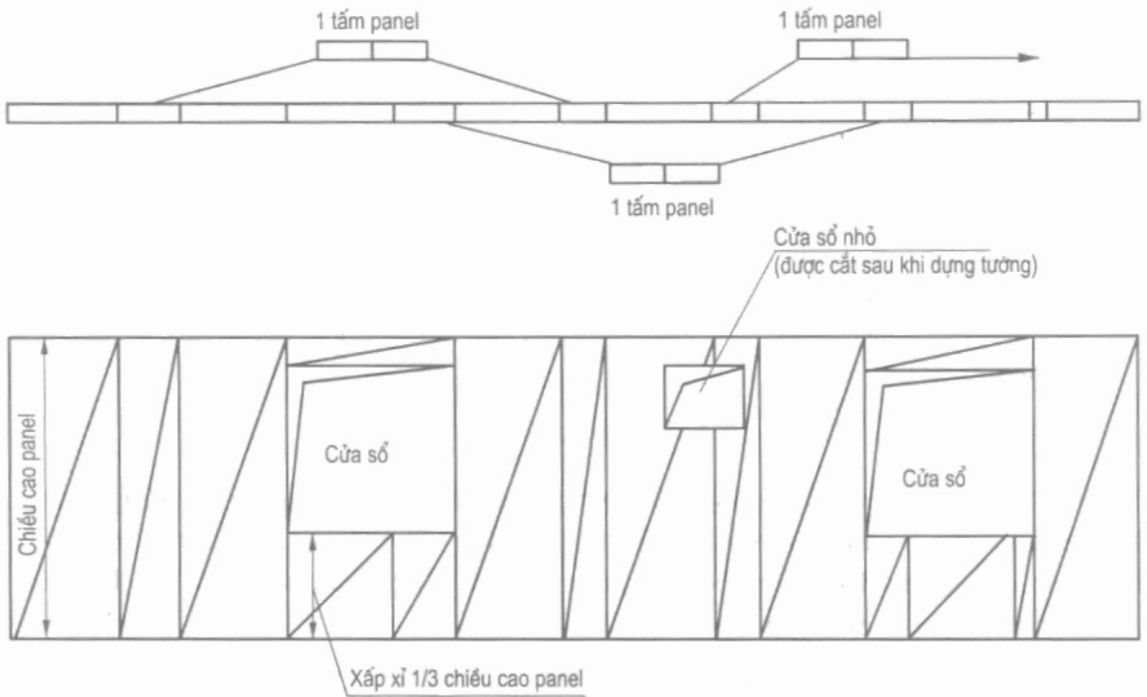


**Hình 1.3.**

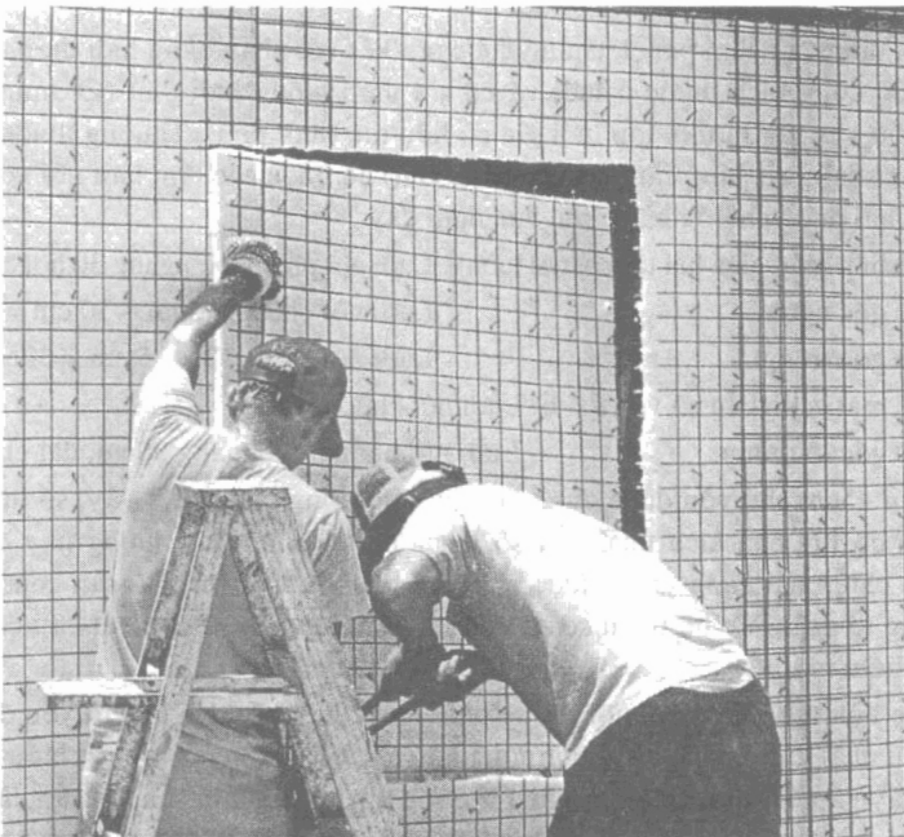
### 1.1.2. Cắt Panel

Hình 1.4 chỉ cách cắt để tránh phí phạm, lưu ý đến kích cỡ phổ biến của cửa sổ phòng khách ngay từ đầu. Các mẫu panel cắt ra từ những khoảng làm cửa sổ sẽ được dùng cho tường, thường là hai tấm cắt ra từ cửa sổ đủ để dùng cho một tấm panel tường. Đối với các bức tường ngăn và lan can cũng áp dụng như vậy. Trong hầu hết

các trường hợp, một tấm panel tường (2,8-3,0 m) có thể được cắt thành ba tấm panel làm lan can. Chỉ những cửa sổ nhỏ (phòng tắm) mới cắt sau khi đã dựng.

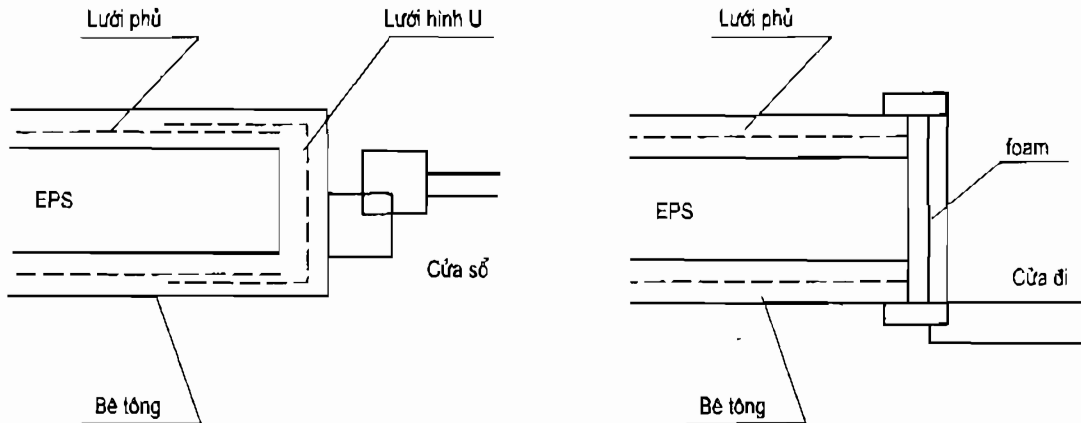


Hình 1.4



Hình 1.5

### 1.1.3. Khung cửa sổ và khung cửa đi



Hình 1.6

Bề mặt hoàn thiện của tường 3D giống như bề mặt của tường bê tông thông thường. Các cửa đi và cửa sổ có thể bố trí cùng cách với nhà gạch hoặc bê tông. Nếu mặt cạnh cửa không làm bằng bê tông, cần có một lớp foam chống sức ép đặt giữa khung gỗ và tấm panel tường.

Ống nước và dây điện đặt giữa tấm (EPS) và lưới phủ sau khi dựng panel, để đủ chỗ đặt các ống nước và ống luồn dây điện, dùng đèn xi để đốt bớt lớp EPS.

### 1.1.4. Nối kết các tấm Panel

Sau khi dựng các tấm panel, chúng được nối kết với nhau bằng lưới thép nối, lưới thép nối có cùng kích thước ô lưới và cỡ sợi thép giống lưới phủ ( $\varnothing 3\text{mm}$ , ô lưới  $50\text{mm}$ ), nhờ vậy tạo ra một lớp lưới gia cố liên tục (lưới phủ). Thường thường người ta dùng một dụng cụ súng cầm tay (hogring gun) để buộc các tấm lưới nối với panel. Lưới nối phải được phủ ở những khu vực dưới đây:

- \* Chỗ tiếp giáp giữa hai tấm panel tường: Lưới nối phẳng bề ngang 30 hoặc 45 cm
- \* Các góc ngoài: Lưới nối chữ L,  $15\text{cm} + 30\text{cm} = 45\text{cm}$
- \* Các góc trong: Lưới nối chữ L,  $2 \times 15\text{cm} = 30\text{cm}$
- \* Các mặt cạnh cửa sổ và cửa đi: Lưới nối chữ U, 45 cm
- \* Các góc lỗ tường: Lưới nối phẳng, bề ngang 30cm, đặt chéo  $45^\circ$ .

Lưới nối 45cm chủ yếu được dùng làm lưới nối lồng chữ U. Vì vậy, số lượng tùy thuộc vào độ lớn của kích thước và số lỗ tường. Hơn nữa, số lượng này còn phụ thuộc vào chiều dài cạnh tự do được bao phủ bằng lưới U (như là sàn console hay tường đứng tự do). Các bộ phận có bề rộng lưới nối theo yêu cầu kết cấu cần được lấy dư ra thêm một ít.

Để thép liên tục, các điểm nối chồng phải được thiết kế đảm bảo truyền được lực kéo bằng ít nhất 2 điểm hàn. Trong trường hợp các bộ phận chịu võng, chiều dài bao phủ phải lấy gấp đôi mới an toàn. Theo phương ngang của tấm sàn chỉ cần dùng lưới thép nối có bề rộng 30cm. Cần sử dụng lưới phủ có chiều dài lớn hơn khi xuất hiện moment uốn theo phương ngang, dưới tác dụng của tải tập trung hay tải phân bố.

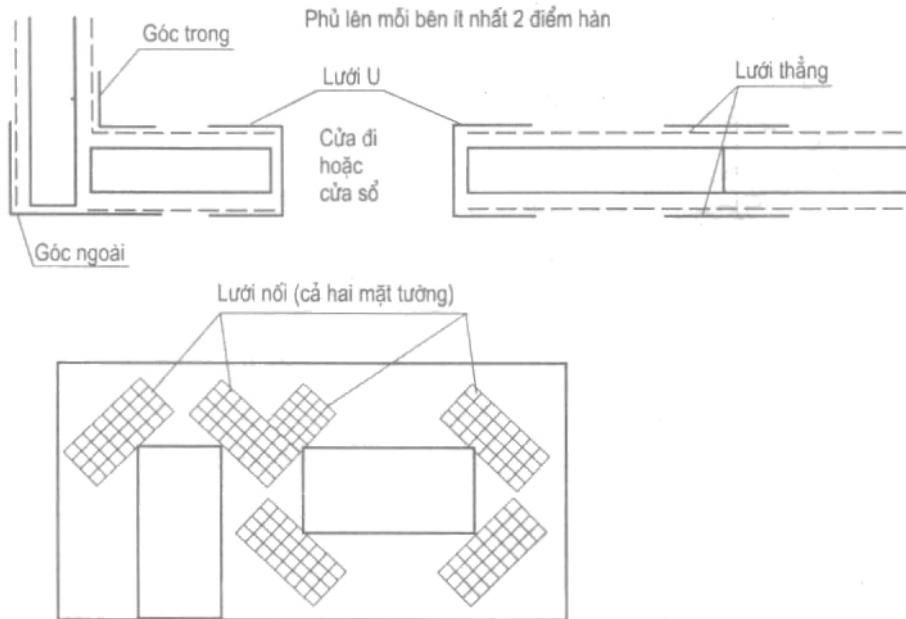


Theo nguyên tắc, nhu cầu lưới nối như sau:

- \* Lưới nối bề ngang 30 cm: 45 - 65% diện tích bề mặt Panel
- \* Lưới nối bề ngang 45 cm: 15 - 30% diện tích bề mặt Panel

**Bảng 1.1**

Chỗ nối kết	Chiều dài phải phủ lưới nối
Mặt sàn, tường	Phủ hai đầu mỗi hàn thép giàn
Các bộ phận chịu võng	Phủ bốn đầu mỗi hàn thép giàn



**Hình 1.7**

Bố trí lưới nối 45° ở góc cửa đi và cửa sổ trên cả hai mặt tường để chống phá hoại theo góc 45°.

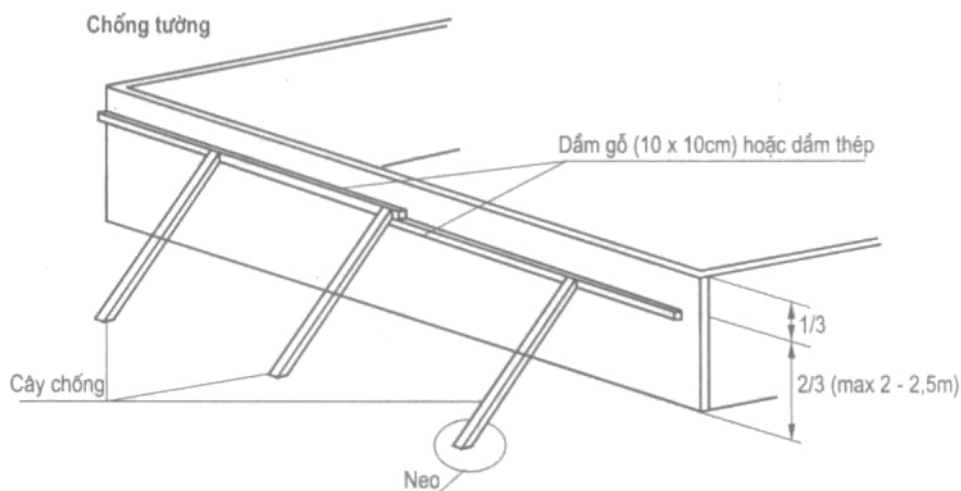


**Hình 1.8.** Nối panel bằng dụng cụ "horring gun"

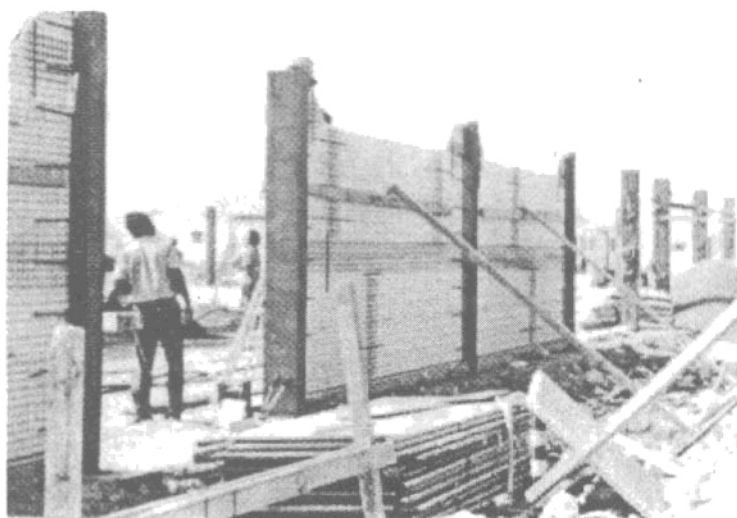
## 1.1.5. Canh thẳng tường

### 1.1.5.1. Công trình không có sàn 3D

Dùng các thước gỗ (10×10cm) hoặc thép canh thẳng tường theo phương ngang. Buộc thước vào tấm panel ở vị trí khoảng 2/3 chiều cao tấm (max 2,0 - 2,5m) theo phương ngang và gỡ ra khi lớp bê tông thứ nhất đã cứng (khoảng 2-3 ngày sau khi phun bê tông). Chống theo phương đứng thì dùng các thanh giằng xiên, chiều dài của cây chống ván khuôn có thể điều chỉnh được. Các thanh xiên này chống xuống sàn và được giữ bằng neo hoặc chống vào 2 bên bức tường. Chúng được tháo cùng với các thanh giằng ngang sau khi phun lớp bê tông đầu tiên.



Hình 1.9

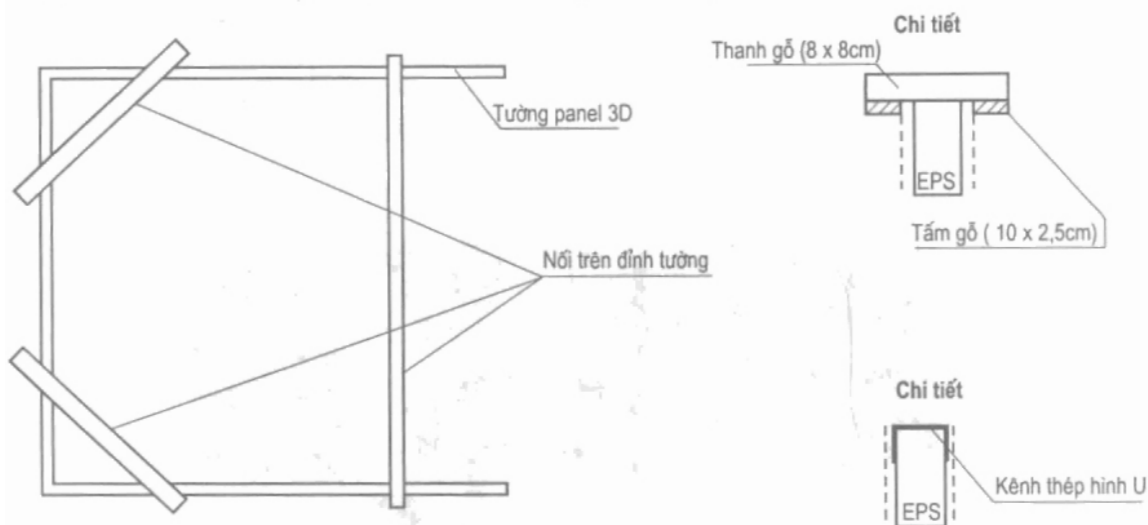


Hình 1.10

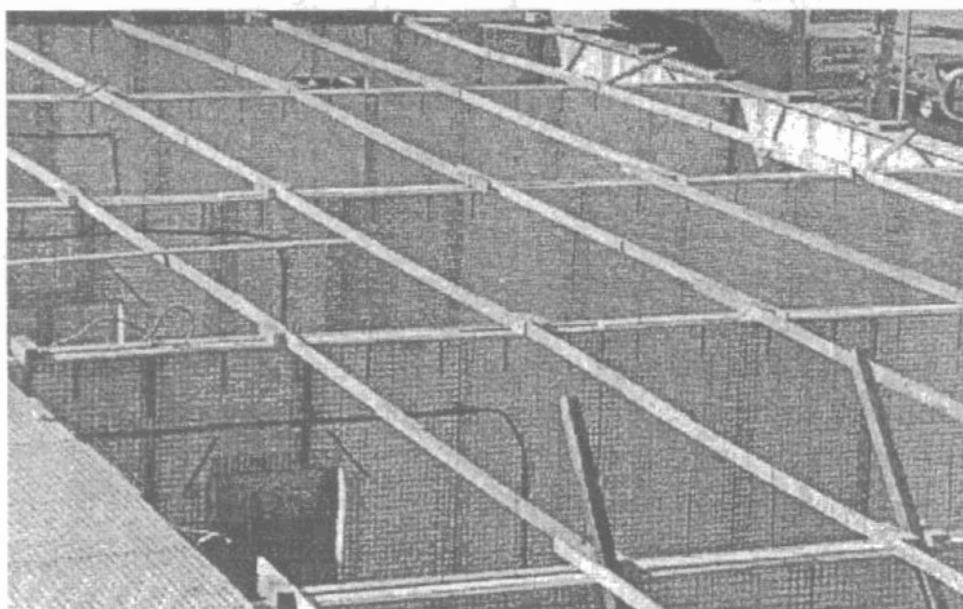
Một giải pháp khác để chống đỡ panel tường theo phương ngang là sử dụng thanh thép hình U kẹp vào tấm EPS ở trên đỉnh tấm panel và được tán chặt vào các tấm panel khác. Máng chữ U ở phần đáy bức tường được gắn vào nền nhà bằng bu lông (xem hình 1.2). Để chống thêm cho các tấm panel này cần phải kết hợp với các cây

chống gỗ phía trên (hệ thống gia cố phía trên) được gia công tại công trường (hình 1.11).

Các hệ thống gia cố phía trên này sau đó phải được buộc chặt ở một số vị trí. Đặc biệt, đối với bức tường dài (hình 1.10) cần phải chống các cây chống xiên:



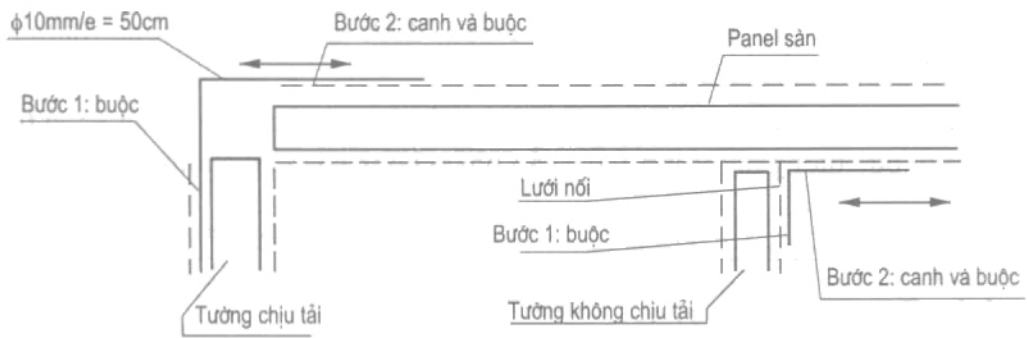
Hình 1.11



Hình 1.12

#### 1.1.5.2. Giằng và canh thẳng tường 3D bằng tấm sàn 3D

Nếu sàn 3D đã được lắp đặt, các tấm tường 3D sẽ được dựng và canh thẳng một cách dễ dàng. Trước tiên, dùng thép râu chữ L ( $\varnothing 10\text{mm}$ ,  $L = 2 \times 50\text{cm}$ ) buộc vào bức tường với khoảng cách 50cm, sau đó tấm tường được canh thẳng bằng dây và gắn lên tấm sàn bằng các thanh thép râu này. Lưới thép bẻ cong hình chữ L ( $b = 2 \times 15\text{cm}$ ) có thể được sử dụng thay cho thép râu để chịu tải phía trong tường không chịu tải trọng, trên chỗ đặt panel.



Hình 1.13. Lắp panel tường



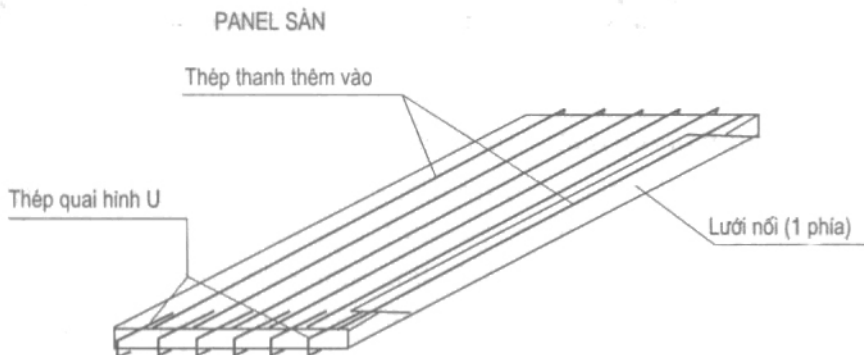
Hình 1.14

### 1.1.6. Dựng tấm sàn

Dùng những cây chống có chiều cao điều chỉnh được để chống đỡ tấm sàn. Những cây chống này được chống vào các cây đà. Khi chọn khoảng cách giữa các dầm cây chống cần lưu ý khả năng chống uốn và độ võng của tấm panel.

Để thuận tiện khi thi công, những tấm panel được gia cường bằng:

- Các thanh sắt gia cường tại đáy (mặt dưới).
- Các tấm lưới nối mặt dưới (ở một bên).
- Sắt quai gia cường hình chữ U tại gối (đầu tường).



Hình 1.15. Chuẩn bị tấm panel trước khi đặt vào vị trí.

Sau đó tấm panel được đưa lên đúng vị trí và buộc bằng kẽm. Để tránh mặt trên tấm sàn bị nứt tại đầu bức tường không chịu lực, các tấm panel cũng phải buộc những tấm lưới nối mặt trên. Tại gối đỡ phải gia cường thép (hình 1.17) cho các tấm panel trên đầu bức tường chịu lực bên trong.

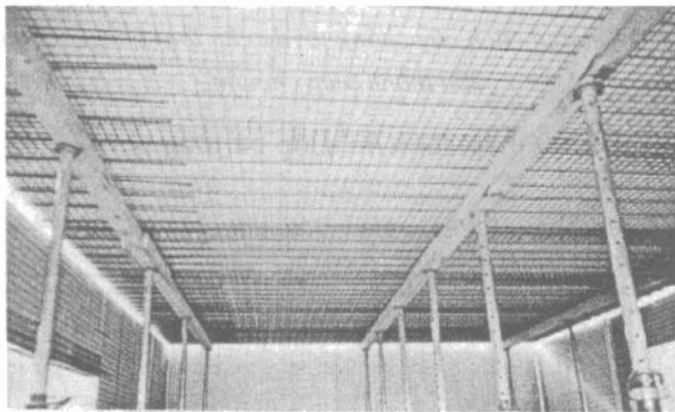
Bức tường 3D chưa có bê tông không thể chịu lực đứng, vì vậy tất cả tải trọng của tấm sàn panel phải chống đỡ tạm thời. Tấm sàn không thể đặt trực tiếp trên các bức tường panel. Mô men của một tấm panel tiêu chuẩn (100mm EPS, lưới phủ  $\varnothing 3\text{mm}/50\text{mm}$ , 200 thanh thép chéo  $\varnothing 3,8\text{ mm}$  trên  $\text{m}^2$ ) được xác định qua thử nghiệm như sau :

**Bảng 1.2. Moment cho phép của tấm 3D**

Moment	100 thép chéo/ $\text{m}^2$	200 thép chéo/ $\text{m}^2$
EPS 50mm	50 kGm/m	180 kGm/m
EPS 100mm	85 kGm/m	300 kGm/m

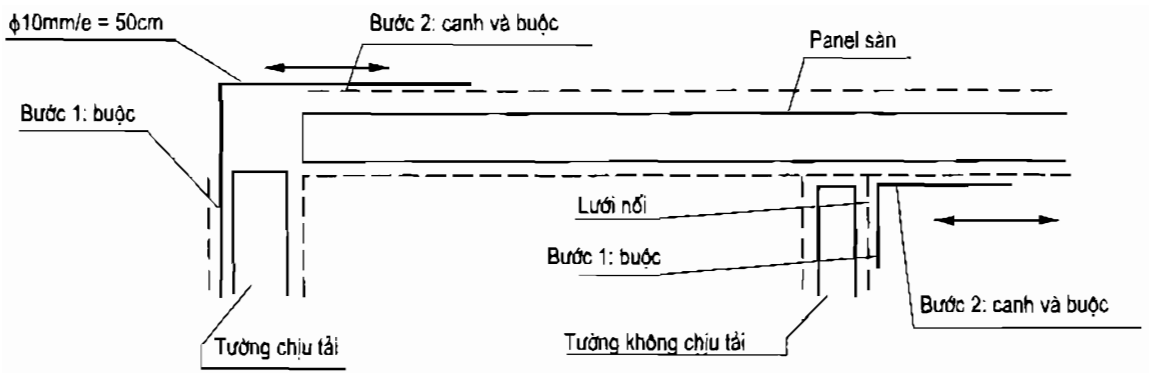
Xét 1 lớp bê tông mặt trên là 50mm và dưới tác dụng của tải trọng động là 150  $\text{kG}/\text{m}^2$ , khẩu độ nhịp sàn khoảng 3m đối với panel tiêu chuẩn. Nên chọn khoảng cách giữa các thanh chống là 1,6m và 1,80m để giảm độ võng. Hình 1.6.b chỉ rõ cách bố trí. Cây chống biên được bố trí cách tấm vách khoảng 50 - 60 cm. Điều này cho phép sử dụng cây chống ba chân và để dành cho việc phun lớp bê tông thứ nhất cho tấm vách. Nếu không có phần sàn nhô ra hoặc phần nhô ra không liên kết với tấm vách panel, nên bố trí khoảng cách các cây chống là 1,50m.

Ngay khi lớp bê tông trên mặt sàn và tường đủ cứng để có thể chịu được tải trọng nhỏ (1 hoặc 2 ngày), có thể dỡ bỏ đà chống ở các cạnh và khoảng cách các cây chống có thể tăng lên đến 2,25m. Tuy vậy, cần lưu ý là trước khi dỡ các cây chống, khu vực gia cố tại gối đỡ (đầu tường chịu lực) ít nhất phải bao phủ lớp bê tông đầu tiên rộng 50cm ở bên dưới tấm sàn để bảo đảm sự liên kết giữa panel và thép tại chỗ chống đỡ ngay từ đầu, chỉ như vậy tải trọng mới được truyền xuống tường.



**Hình 1.16**

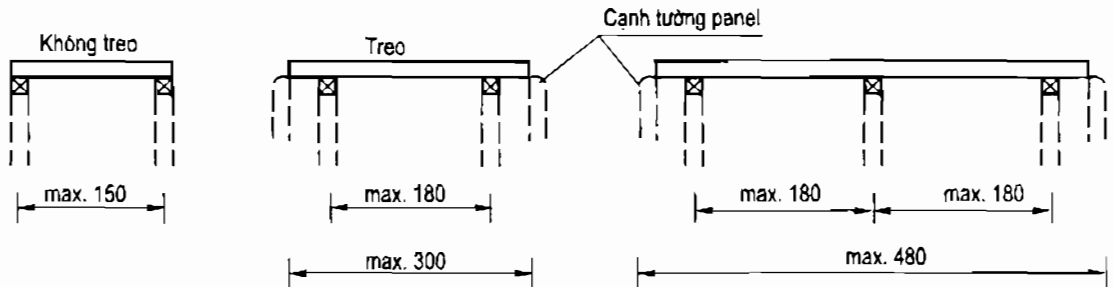
Để đạt được khoảng cách lớn nhất giữa các cây chống, phải hoàn tất việc nối kết giữa tường chống đỡ và sàn, nếu không các cạnh sẽ bị chuyển vị và biến dạng lớn hơn trong quá trình phun bê tông.



**Hình 1.17.** Lắp panel tường

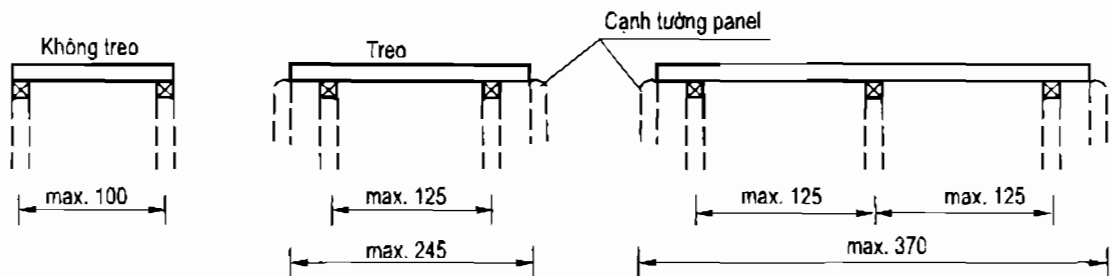
Số hàng cây chống tùy thuộc vào chiều dài panel 100mm EPS và panel 50mm EPS. Khoảng cách cây chống ở trên cho thấy đây là cho loại panel có 200 thép chéo trên mỗi  $\text{m}^2$ . Trong trường hợp này khoảng cách tùy thuộc vào độ võng chứ không tùy thuộc khả năng chống uốn của panel. Đối với panel 100 thanh thép chéo trên  $\text{m}^2$  thì khả năng chống uốn là nhân tố quyết định. Vì vậy, khoảng cách cây chống có thể được tính trực tiếp. Thông thường nên lấy khoảng cách nhỏ hơn khoảng cách của panel có 200 thanh thép chéo trên  $\text{m}^2$ .

**Chống sàn** (EPS 100, 200 thép chéo / $\text{m}^2$ , lớp bê tông phía trên 50 mm, đơn vị dài là cm).



**Hình 1.18.** Khoảng cách cây chống tối đa cho loại panel 100mm EPS, 200 thanh thép chéo/ $\text{m}^2$

**Chống sàn** (EPS 50, 200 thép chéo / $\text{m}^2$ , lớp bê tông phía trên 50 mm, đơn vị dài là cm).



**Hình 1.19.** Khoảng cách cây chống tối đa cho loại panel 50mm EPS, 200 thanh thép chéo/ $\text{m}^2$

### 1.1.7. Phun, tô bê tông

Trước khi phun bê tông, các hệ thống ống, điện nước phải được lắp đặt hoàn chỉnh.

Trình tự phun bê tông như sau:

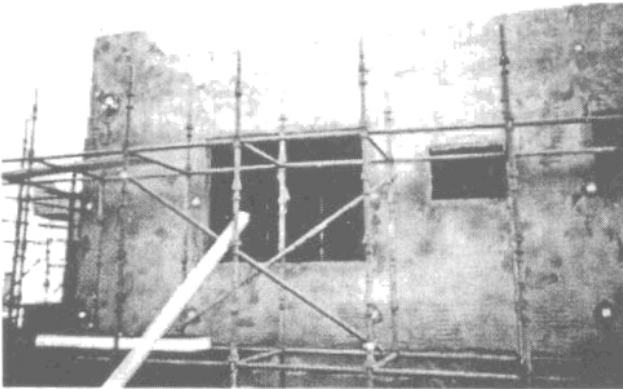
- Lớp bê tông thứ nhất trên cả hai mặt trong và ngoài bức tường
- Lớp bê tông thứ nhất ở mặt dưới tấm sàn. Lớp bê tông này nếu không phun toàn bộ mặt dưới tấm sàn thì ít nhất cũng phải phun dọc theo các cạnh sàn chỗ tiếp giáp với tường.
- Đổ bê tông mặt trên tấm sàn

#### 1.1.7.1. Lớp bê tông thứ nhất

Lớp bê tông thứ nhất trên tường và mặt dưới tấm sàn phải dày ít nhất 2cm (đựng tới tấm lưới phủ) và phải dày ít hơn 1cm so với bề dày thiết kế (ví dụ bê tông khi hoàn tất 5cm thì bề dày lớp bê tông thứ nhất là:  $5 - 1 = 4$ cm). Lớp bê tông đầu tiên này không làm lán và có chức năng :

- Truyền tải tải trọng lắp đặt từ tấm sàn.
- Tạo ra bề mặt kết dính cho lớp bê tông thứ hai.

Những cây chống trên bức tường phải được dỡ bỏ 2 hoặc 3 ngày sau khi phun lớp bê tông thứ nhất. Những chỗ chưa có bê tông sẽ được phun bổ sung khi phun lớp bê tông thứ hai.



Hình 1.20. Hoàn tất lớp bê tông thứ nhất, có đánh dấu bề dày



Hình 1.21.

#### 1.1.7.2. Phun/tô lớp bê tông thứ hai

Lớp bê tông thứ hai có thể phun bằng máy hoặc tô bằng tay. Nên tô bằng tay do đây là một lớp mỏng. Lớp này được tô trong phạm vi bề dày đã đánh dấu và sẽ tô lán sau.

#### 1.1.7.3. Xử lý sau khi phun/tô xi măng

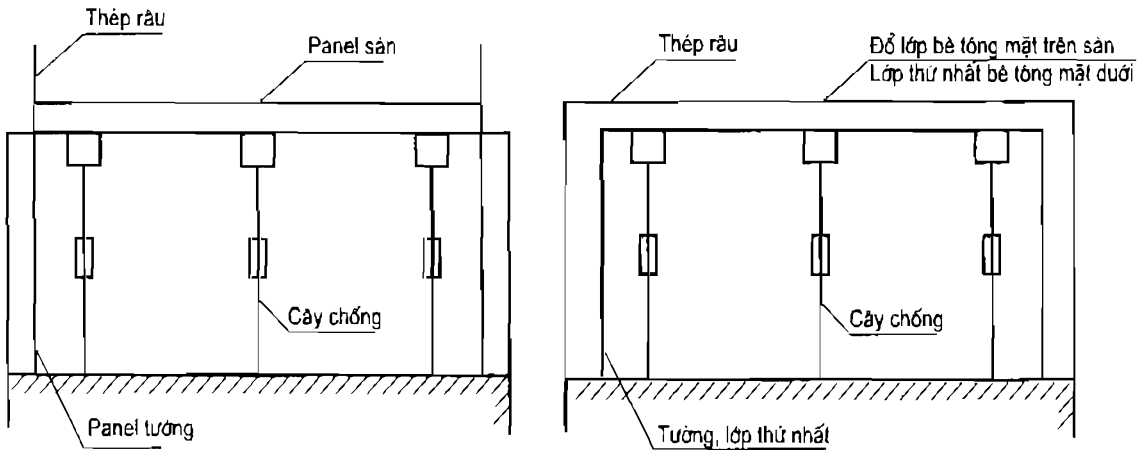
Thường thì bê tông không có phụ gia, tuy nhiên cần bảo vệ bề mặt để tránh bị khô sớm sau khi làm lán bằng các cách sau:

- Che phủ bằng tấm PVC.
- Thường xuyên tưới nước.

## 1.2. CÁC CÔNG ĐOẠN THI CÔNG NHÀ NHIỀU TẦNG

Khi xây nhà nhiều tầng, cần lưu ý đến khả năng chịu tải của công trình. Đối với công trình được lắp dựng nhanh, có thể tẩm sàn còn quá non để chịu tải trọng của tầng trên, vì vậy nên kéo dài thêm thời gian trước khi dỡ bỏ các cây chống sàn.

Trong bước thứ nhất, vách và sàn của tầng thứ nhất được dựng gồm cả sắt rêu cho tầng trên, trong hình cho thấy 3 dãy cây chống.

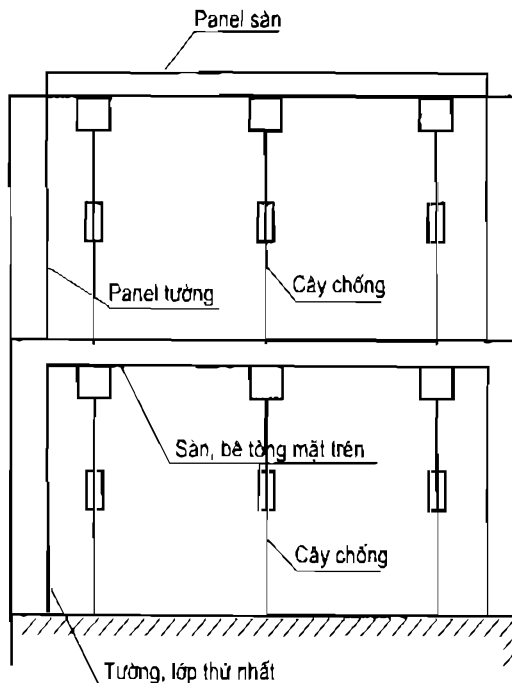


Bước kế tiếp, phun lớp bê tông thứ nhất cho vách và mặt dưới tẩm sàn, sau đó đổ bê tông trên mặt sàn.

Một nhóm thợ có thể bắt đầu chuẩn bị lớp bê tông thứ hai. Tuy nhiên, tốt hơn là nên đợi đến khi tất cả cây chống được dỡ bỏ.

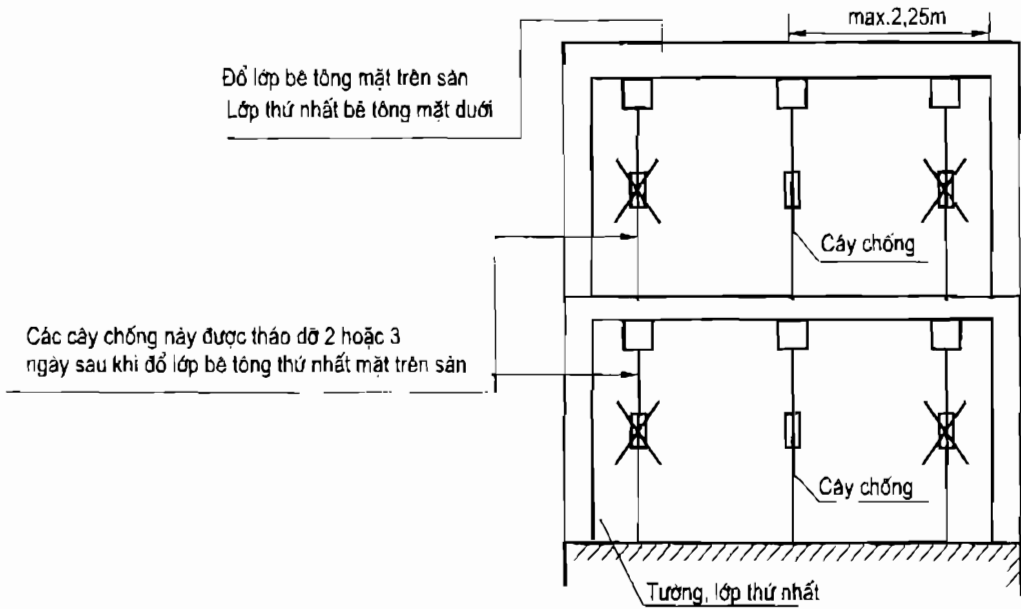
Trong bước thứ 3, lắp dựng tường và sàn panel của tầng trên, do đó các cây chống ở cả hai tầng phải được bố trí trùng khớp nhau.

Việc phun/tô bê tông tiếp tục tiến hành ở tầng dưới.



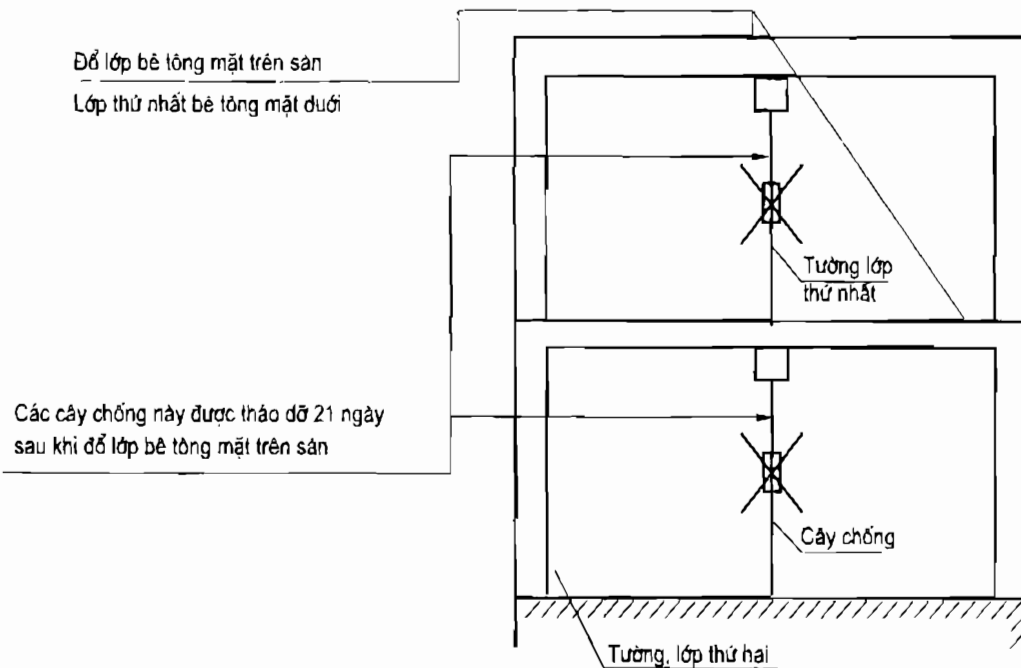


Bước kế tiếp, phun lớp bê tông đầu tiên cho vách và mặt dưới tấm sàn tầng trên cũng như bổ sung lớp bê tông mặt sàn tương tự như tầng trệt.



Các cây chống ở các cạnh được tháo dỡ 2 hoặc 3 ngày sau khi phun lớp bê tông thứ nhất tại sàn tầng trên. Trước nhất là tháo dỡ cây chống ở tầng trên. Khoảng cách giữa các cây chống và tường không vượt quá 2,25m.

Sau khi dỡ bỏ các cây chống, có thể tiến hành phun/tô lớp bê tông thứ hai ở cả hai tầng.



Hoàn tất việc phun/tô bê tông cho tường và sàn. Tất cả các cây chống được dỡ bỏ 21 ngày sau khi đổ bê tông mặt trên sàn thứ hai. Dỡ bỏ cây chống ở tầng trên trước, sau đó tô bê tông ở những chỗ trước bị che bởi các thanh dầm gỗ. Cuối cùng thì tô lán nếu thấy cần thiết.

### 1.3. PHƯƠNG PHÁP THI CÔNG BÊ TÔNG

Bê tông được tô hay phun lên tường và mặt dưới tấm sàn sau khi hoàn tất việc lắp dựng tường và sàn. Trong hầu hết mọi trường hợp đều sử dụng máy bơm vì tô thủ công hoặc dùng ống phun nhỏ loại cầm tay (hopper gun) chiếm nhiều thời gian.

Máy bơm có thể sử dụng cho bê tông trộn khô hoặc bê tông trộn ướt. Thường sử dụng loại máy bơm nhỏ (30 - 50 lít/phút) để phun lớp bê tông có bề dày và kích cỡ phòng nhỏ. Tùy theo đặc điểm của từng địa phương, công suất mỗi ngày có thể đạt được khoảng 15m<sup>3</sup>.

#### 1.3.1. Phương pháp trộn khô

Ưu điểm chủ yếu của phương pháp trộn khô là khó gặp trục trặc khi bơm, các vật liệu này được thổi qua ống bằng hơi nén và trộn với nước tại miệng vòi phun. Phương pháp này tránh được sự tắc nghẽn đầu ống bơm. Hơn nữa có thể ngừng phun trong một thời gian ngắn và sau đó khởi động mà không bị trục trặc.

Sự bất tiện nhất của phương pháp trộn khô là không xử lý được sau khi bơm, để làm phẳng và láng mặt là rất khó. Vì vậy, chỉ áp dụng phương pháp này cho các lớp bê tông thô, sau đó làm láng mặt bằng phương pháp khác, như tô hồ vữa.

Cần lưu ý đến việc sử dụng vật liệu trộn sẵn không chứa trong bao hoặc trong si lô, nếu vật liệu để bên ngoài vài giờ, có thể hút ẩm và bắt đầu phân tầng trước khi thi công, làm cho bê tông giảm chất lượng.

Một bất lợi khác là phải sử dụng máy nén hơi lớn và khá đắt tiền.

Trong số các loại máy, các thiết bị sau đây thường được sử dụng:

- Aliva 246
- Reed M200

Trong cả hai trường hợp máy nén hơi phải có công suất 5-7m<sup>3</sup>/giờ với áp suất 6 bar.

Phần bê tông dội lại khi phun khoảng 15-40%. Phần dội lại của vữa bơm ướt có thể trộn lại với xi măng và bơm với máy phun vữa, ngược lại phần bê tông dội lại của bê tông trộn khô không sử dụng được nữa.

Ngoài ra, bụi khi phun khô là một vấn đề đáng quan tâm, đặc biệt là trong phòng nhỏ mà mặt nạ bảo hộ không đủ để bảo vệ công nhân.

#### 1.3.2. Phương pháp trộn ướt

Kinh nghiệm thực tế cho thấy phương pháp trộn ướt tốt hơn rất nhiều, có thể sử dụng máy bơm tương đối nhỏ và rẻ tiền như máy bơm hồ vữa (nó chuyển đổi vữa dạng lỏng sang bê tông nhuyễn). Công suất máy nén hơi nhỏ. Áp dụng phương pháp trộn bê tông khô, hơi nén thổi hỗn hợp khô qua ống, trong khi đó với bê tông trộn ướt hơi nén chỉ đẩy bê tông từ vòi bơm. Ngay cả việc xử lý mặt láng cũng dễ dàng hơn.

Khi phun ướt chỉ có khoảng 10% bê tông dội lại nhỏ hơn một nửa so với bê tông khô, bụi tạo ra cũng tương đối ít.

Máy bơm bê tông ướt yêu cầu nhiều bê tông hơn. Vấn đề quan trọng là khả năng bơm, để bảo đảm khả năng bơm, hỗn hợp phải giữ ở đường cong cấp phối ấn định, nếu không sẽ xảy ra tắc nghẽn vòi bơm.

Cho đến nay, các loại máy dưới đây đã được đưa vào sử dụng:

- Putzmeister S5 (ống bơm con sâu).
- PFT ZP 3 (ống bơm con sâu).  
Putzmeister P13 (bơm pit tông, 2 pit tông).
- Turbosol Mini (bơm pit tông, 1 pit tông).
- Quick Spray Pump (bơm ca ru sen).

Máy bơm con sâu thích hợp để bơm hỗn hợp cỡ hạt tối đa 4-5mm. Máy bơm pit tông thích hợp cho các hỗn hợp có cỡ hạt tối đa 8 mm. Áp suất lên đến 40 bar..

Khi sử dụng bơm ca ru sen (cuộn ép đầu vòi đàn hồi đẩy bê tông) hạt chỉ giới hạn 1,5 - 2 mm. Sức ép thấp hơn hai loại bơm nói trên, tất nhiên là cường độ cuối cùng cũng thấp.

Vì nhu cầu nén ít, nên có loại bơm trang bị chung máy nén (Turbosol mini) các máy khác (như PFT ZP 3) phải mua máy nén hơi tương ứng.

### 1.3.3. Các phương pháp khác

#### 1.3.3.1. Thi công thủ công

Thợ hồ tô hồ bằng phương pháp truyền thống, thi công rất chậm. Cách này chỉ áp dụng cho lớp mỏng (5-10mm). Phương pháp này chỉ áp dụng khi giá nhân công rẻ.

#### 1.3.3.2. Ống phun bán cơ giới (hopper gun: súng phễu)

Xúc bê tông vào một dụng cụ hình phễu (5-10l), từ đó bê tông được phun vào tường hoặc sàn nhờ hơi nén. Vì bê tông không qua vòi hơi nên không có vấn đề về khả năng bơm. So sánh với phương pháp thủ công, cách này có phần cải thiện hơn nhưng vẫn chậm so với máy bơm phun.

Kinh nghiệm cho thấy công suất mỗi ngày của một dụng cụ phễu (hopper gun) khoảng 100 m<sup>2</sup> nếu lớp bê tông là 2cm trên tường. Đối với mặt dưới tấm sàn, có thể phun được 70 m<sup>2</sup> /ngày.

#### 1.3.4. Thi công bê tông

Khi thi công, phải phun ít nhất 2-3 lớp bê tông. Lớp bê tông thứ nhất tạo cho kết cấu có cường độ cần thiết để truyền tải trong quá trình thi công, nhờ đó có thể đổ bê tông tấm sàn bên trên và dựng tường cho tầng kế tiếp. Lớp bê tông thứ nhất phải dày ít nhất 2cm bằng lớp lưới phủ. Lớp bê tông này được lãng bằng thủ công để tránh không đồng đều, nhưng phải giữ ở dạng thô.

Khi áp dụng cách phun hồ trộn khô, thường phun lớp thứ nhất và giới hạn lớp thứ hai 10-15mm. Trong trường hợp này lớp thứ hai chỉ để tô lãng tạo ra mặt phẳng. Về cơ bản bê tông trộn khô không được xem là lớp bê tông hoàn chỉnh, do đó không áp dụng phương pháp này để tô lãng và làm phẳng cho lớp bê tông sau cùng.

Một chức năng của lớp bê tông thứ nhất là trám các khe hở nhỏ. Trên tấm sàn, có thể có khu vực cốt chống cắt rộng 4-5cm. Các khe này được trám bằng bê tông ở phía đối diện với EPS.

#### **1.3.4.1. Đo bề dày lớp bê tông**

Đo bề dày lớp bê tông là vấn đề khó giải quyết, đặc biệt là lớp bê tông thứ nhất, bề dày được ấn định tương ứng với bề mặt EPS, tuy nhiên, trong giai đoạn này bê tông chưa thật vững chắc nên bề dày lớp bê tông có thể được đo không chính xác.

Cách đo đơn giản là lớp bê tông thứ nhất đục đến lớp lưới phủ, khoảng 2 cm là đủ khả năng truyền tải trọng trong quá trình thi công.

Nếu lớp bê tông thứ nhất dày hơn, ví dụ là 4 cm, cần thiết phải đặt 1 que đánh dấu dễ thấy, như cây đinh đóng vào EPS và buộc chặt với lưới phủ, đầu cây đánh dấu cao hơn bề mặt EPS 4cm.

Một cách khác là căng dây thép, căng theo chiều ngang ở khoảng cách 1,0m, và công nhân sẽ khỏa lấp bằng lớp bê tông thô.

Lớp bê tông thứ hai được tô bằng tay trong phạm vi đã đánh dấu và thợ hồ sẽ làm phẳng. Nếu cần thiết, một lớp hồ vữa thứ ba được tô láng. Lớp này không có chức năng gì trong kết cấu, vì vậy không nên sử dụng bê tông, tốt hơn là dùng hồ khô tô láng khi mặt tường còn ướt, nếu không đủ ướt, rưới đều nước trước khi làm láng bằng hồ khô.

#### **1.3.4.2. Bảo dưỡng**

Lớp bê tông mỏng khô rất nhanh, vì vậy việc xử lý rất quan trọng, trong tuần thứ nhất phải thường xuyên rưới nước cho công trình, che mặt tường phía mặt trời chiếu vào (hướng nam hoặc tây) bằng tấm màn plastic. Cách khác là phủ bao bố ướt, nếu không được xử lý, bê tông sẽ khô sớm và nứt.

Làm ướt lớp bê tông thứ nhất trước khi tô lớp bê tông thứ hai, nếu không sẽ không có sự dính kết giữa hai lớp, nhất là khi áp dụng việc phun bê tông trộn khô, lớp bụi của nó làm khô bề mặt lớp bê tông thứ nhất.

Ngoài các phương pháp truyền thống, còn có một số phụ gia sau đây:

- Hợp chất hoá học chống bay hơi (Masterkure 112). Khi thêm hợp chất này, việc tưới nước sẽ không cần thiết. Tuy nhiên, phải loại bỏ hợp chất này trước khi tô lớp bê tông thứ hai bằng hơi nước. Thủ tục chiếm nhiều thời gian này cản trở việc thi công và vì vậy đẩy giá thành lên cao.

- Xử lý bên trong (Meyco TCC 735).

TCC 735 là một phương thức mới, thực tế, ít tốn kém để xử lý bê tông phun. Ưu điểm kỹ thuật:

- Trong thời gian xử lý và trong trường hợp phun nhiều lớp bê tông, không cần phải loại bỏ chất xúc tác này.

- Việc xử lý có hiệu quả ngay khi bắt đầu hydrat hóa.

- Không ảnh hưởng đến sự kết dính giữa các lớp bê tông.

#### **1.3.4.3. Lớp bê tông mặt trên tấm sàn 3D**

Sau khi đã phun/tô lớp bê tông thứ nhất trên tường và mặt dưới tấm sàn, cần phải làm cốt pha cho lớp bê tông mặt trên tấm sàn, tại dầm vòng và chỗ nối kết giữa

tường-sàn. Trong hầu hết trường hợp chỉ cần buộc cốt pha vào cốt thép, tuy vậy trong một vài trường hợp hiếm hoi cũng cần cây chống, sau đó sẽ đổ lớp bê tông mặt trên tấm sàn. Đổ bê tông bình thường với kích cỡ hạt tối đa 8-16mm. Có thể đổ bê tông đủ bề dày tính từ mặt tấm EPS, chừa lại vài millimet để tô làm phẳng khi hoàn tất công trình nền.

Tỷ lệ trộn bê tông biểu thị trong bảng 7.3 áp dụng cho mác bê tông B25 ( $f_c = 1,75N/mm^2$ ) trở lên. Mác bê tông thực tế tùy thuộc vào đường cong cấp phối của hỗn hợp và xác định bằng thử nghiệm. Tuy vậy, mác bê tông thấp hơn không được sử dụng cho mặt trên tấm sàn 3D.

**Bảng 1.3. Tỷ lệ trộn bê tông mác B25**

Hỗn hợp đá dăm 0-16mm	1,725 kg
Xi măng	350,0 kg
Nước	175,0 kg
Cộng	2,250 kg

#### 1.4. VẬT LIỆU XÂY DỰNG TẤM 3D

Tài liệu này chỉ đề cập đến vật liệu chính sử dụng trong quá trình thi công xây lắp tại công trường: xi măng, cát, cốt liệu lớn, nước, phụ gia, thép phục vụ cho công tác vữa và bê tông.

Riêng các tấm xây dựng 3D phải căn cứ phiếu kiểm tra chất lượng khi xuất xưởng.

##### 1.4.1. Vật liệu cho bê tông

###### 1.4.1.1. Xi măng

Sử dụng xi măng Portland (Portland cement) tuân theo TCVN 2682 : 1992, bao gồm các loại mác như : PC 30, PC 40, PC 50.

Các trị số 30, 40, 50 là giới hạn bền nén sau 28 ngày, tính bằng  $N/mm^2$ , xác định theo TCVN 4032 : 1985.

- Lấy mẫu thử xi măng theo TCVN 4787 : 1989.
- Xác định thành phần hóa học của xi măng theo TCVN 141 : 1986.
- Xác định các chỉ tiêu cơ lí của xi măng theo TCVN 4029 : 1985 và TCVN 4029 : 1985.

Xi măng trong bê tông phun khoảng  $300 kg/m^3$ . Giá trị này đảm bảo được cả cường độ lẫn khả năng bơm. Nếu lượng xi măng lớn thì đòi hỏi nhiều nước hơn. Lượng xi măng lớn thì bê tông dễ bị co và xuất hiện vết nứt.

###### 1.4.1.2. Cát xây dựng

Yêu cầu kĩ thuật của cát xây dựng theo TCVN 1770 : 1986 dùng làm cốt liệu bê tông xi măng thông thường trong các cấu kiện có hoặc không có cốt thép làm cốt liệu cho vữa thông thường.

Cát dùng cho bê tông nặng:

Phân loại cát làm 4 nhóm, căn cứ modul độ lớn, khối lượng thể tích xấp, lượng hạt nhỏ hơn 0,14 mm và đường biểu diễn thành phần hạt.

**Bảng 1.3**

Chỉ tiêu	Nhóm cát			
	To	Vừa	Nhỏ	Rất nhỏ
1. Modul độ lớn, lớn hơn thế	2,5 3,3	2 2,5	1 đến hơn 2	0.7 đến nhỏ hơn 1
2. Khối lượng thể tích xấp ( $\text{kg/m}^3$ ) không nhỏ hơn	1400	1300	1200	1150
3. Lượng hạt nhỏ hơn 0.14 mm tính bằng % khối lượng cát khoảng lớn hơn	10	10	20	30

- Tùy theo nhóm các đường biểu diễn thành phần hạt nằm trong vùng gạch của biểu đồ và chia ra:

Vùng 1 : Nhóm cát to và vừa

Vùng 2 : Nhóm cát nhỏ

Vùng 3 : Nhóm cát rất nhỏ

- Cát đảm bảo các chỉ tiêu thuộc nhóm to và vừa được phép sử dụng cho bê tông tất cả các loại mác xi măng.

- Cát nhóm nhỏ được pháp sử dụng cho bê tông mác tới 300.

- Cát rất nhỏ được phép sử dụng cho bê tông mác tới 100.

- Cát dùng cho bê tông phải trải qua thí nghiệm theo quy định, phải phù hợp với quy định bảng sau:

Chất lượng của xi măng Portland đối với từng mác được quy định bảng 1.4

**Bảng 1.4**

STT	Chỉ tiêu	Mức theo mác bê tông		
		< 100	150 – 200	>200
1	Sét, á cát, các tạp chất cát khác ở dạng khác	không	Không	Không
2	Lượng hạt trên 5 mm. Tính bằng % khối lượng cát, không lớn hơn	10	10	10
3	Hàm lượng muối gốc sunphát tính ra $\text{SO}_3$ , tính bằng % khối lượng cát không lớn hơn	1	1	1
4	Hàm lượng mica % khối lượng cát không lớn hơn	1,5	1	1
5	Hàm lượng bùn, bùn sét % khối lượng cát không lớn hơn	5	3	3
6	Hàm lượng tạp chất hữu cơ tính theo so mẫu, mẫu của dung dịch trên cát không sẫm hơn	Mẫu số 2	Mẫu số 2	Mẫu chuẩn

Lấy mẫu cát để thử theo TCVN 337 : 1980.

Đến TCVN 346 : 1986 và TCVN 4376 : 1986.

#### **1.4.1.3. Đá dăm, sỏi và sỏi dăm dùng trong xây dựng**

Các yêu cầu kỹ thuật loại đá cho bê tông thực hiện theo TCVN 1771 : 1987 quy định như sau:

Cỡ hạt: Tùy theo độ lớn của hạt, đá dăm, sỏi và sỏi dăm được phân ra các cỡ hạt:

5 đến 10 mm

Lớn hơn 10 đến 20 mm

Lớn hơn 20 đến 40 mm

Lớn hơn 40 đến 70 mm

Thành phần hạt của mỗi cỡ hạt hoặc hỗn hợp vài cỡ hạt phải có đường biểu diễn thành phần hạt nằm trong vùng tiêu chuẩn cho phép.

Chỉ tiêu độ bền cơ học dùng cho bê tông:

Độ nén đập trong xilanh ( $105 \text{ N/m}^2$ )

Sử dụng đá dăm từ đá thiên nhiên:

+ Đối với bê tông mác 300 và trên 300 yêu cầu độ nén đập trong xilanh ( $105 \text{ N/m}^2$ ) phải cao hơn mác bê tông không dưới 2 lần.

+ Đối với mác bê tông dưới 300 độ nén đập trong xilanh không dưới 1,5 lần so mác bê tông.

Sử dụng sỏi và đá dăm:

+ Nếu bê tông mác 300 độ nén đập ở trạng thái bão hòa nước không lớn hơn %:

Bằng 12 đối với sỏi.

Bằng 14 đối với sỏi dăm.

+ Nếu bê tông mác 200 và thấp hơn độ nén đập ở trạng thái bão hòa nước không lớn hơn %:

Bằng 16 đối với sỏi.

Bằng 118 đối với sỏi dăm.

Hàm lượng hạt thoi dẹt trong đá dăm, sỏi và sỏi dăm không được quá 35% theo khối lượng.

*Chú ý: Hạt thoi dẹt là hạt có chiều rộng hoặc chiều dày nhỏ hơn hay bằng 1/3 chiều dài.*

Hàm lượng mềm yếu và phong hóa trong đá dăm, sỏi, sỏi dăm không lớn hơn 15% theo khối lượng đối với bê tông mác 200 và 300.

Hàm lượng tạp chất sunfat và sunfit (tính theo  $\text{SO}_3$ ) và đá dăm, sỏi và sỏi dăm không được quá 1% theo khối lượng.

Hàm lượng silioxuyt vô định hình trong đá dăm, sỏi dăm dùng làm cốt liệu cho bê tông nặng thông thường không được quá 50 milimol/1000 ml NaOH.

Hàm lượng sét, bùn, bụi trong đá dăm được xác định bằng rửa, không được vượt quá giới hạn sau: nếu bê tông mác dưới 300.

2% đối với đá dăm từ đá trầm tích.

1% đối với sỏi và sỏi dăm.

#### **1.4.1.4. Nước cho bê tông và vữa**

Tỷ lệ nước / xi măng không những ảnh hưởng đến khả năng thi công, mà nó còn ảnh hưởng đến cường độ và bảo vệ cốt thép khỏi rỉ sét. Nếu lượng nước quá nhiều, các lỗ rỗng xuất hiện sẽ ảnh hưởng đến chất lượng bê tông. Nên áp dụng tỷ lệ nước / xi măng là 0,5 - 0,6.

Các yêu cầu kỹ thuật theo TCVN 4506 : 1987

\* Nước cho bê tông và vữa phải đảm bảo các yêu cầu sau:

Không chứa váng dầu hoặc váng mỡ.

Không có màu khí dùng cho bê tông và vữa hoàn thiện.

Lượng chất hữu cơ không vượt quá 15 mg/l. Độ pH không nhỏ hơn 4 lần và không lớn hơn 12,5.

Nước trộn bê tông và vữa có yêu cầu trang trí bề mặt:

Muối hòa tan 500 mg/l

Ion sunfat 2700 mg/l

Cặn ion clo không tan 200 mg/l

Lấy mẫu và phương pháp thử:

Lấy mẫu, bảo quản và vận chuyển nước để kiểm tra phải tuân theo TCVN 2652 : 1978.

*Chú ý: Nước uống dùng cho bê tông và vữa không phải kiểm tra chất lượng.*

Phương pháp thử:

+ Xác định váng dầu, váng mỡ và mẫu nước bằng mắt thường.

+ Xác định lượng chất hữu cơ theo TCVN 2676 : 1975.

+ Xác định độ pH theo TCVN 2655 : 1998.

+ Xác định lượng ion clo theo TCVN 2656 : 1975

Xác định lượng cặn không tan:

Thiết bị thử:

Bình trụ dung tích 1000 ml.

Phễu và giấy lọc băng xanh.

Tủ sấy 2000.

Cân kỹ thuật chính xác tới 0,001 g.

Tiến hành thử: khuấy lắc kỹ mẫu nước và lấy ra 500 ml cho vào bình trụ, lọc nước qua phần có giấy lọc băng xanh đã sấy khô đến khối lượng không đổi và cân sẵn từ trước, sau đó đưa phễu chứa cặn trên giấy lọc vào tủ sấy ở 1050 đến khi khối lượng không đổi, tính kết quả lượng cặn không tan  $C_{KT}$  tính bằng mg/l, theo công thức sau:

$$C_{KT} = \frac{M_t - M_0}{V} \times 10^3$$



Mo : khối lượng phễu và giấy lọc, tính bằng Mg;

Mt : khối lượng phễu và giấy lọc chứa cặn đã sấy khô đến khối lượng không đổi.;

V : thể tích nước đun tính bằng Mg. Thử lượng cặn không tan là trung bình số học, các kết quả sai cho phép không quá 10 mg/l.

Xác định muối hòa tan:

Thiết bị thử:

Bát sứ dung tích 500 ml.

Pipet.

Đũa thủy tinh.

Tủ sấy 2000°C.

Nước cất.

Dung dịch natri cacbonat 1%.

Tiến hành thử:

Từ mẫu nước lấy ra 250 ml đã lọc sạch cặn cho vào bát sứ đã sấy khô đến chất lượng không đổi và cân. Đặt bát trên bếp điện cho nước trong bát bay hơi từ từ đến khi còn lại một ít thì dùng pipet nhỏ 25 ml dung dịch natri cacbonat 1% vào bát và dùng đũa thủy tinh khuấy kĩ. Sau đó rửa đũa thủy tinh bằng nước cất, nước này lấy vào bát chứa dung dịch. Đặt bát chứa dung dịch vào tủ sấy, tăng dần nhiệt độ phòng đến 1500°C và sấy khô đến khối lượng không đổi, cân bát chứa mẫu hòa tan và natri cacbonat.

Tính lượng muối hòa tan  $M_{th}$  trong nước (bằng mg/l) theo công thức:

$$M_{th} = \frac{m - (m_1 + m_2)}{V} \times 10^3$$

trong đó:

m: khối lượng bát sứ có chứa muối hòa tan và natri cacbonat (mg);

$m_1$  : khối lượng bát sứ (mg);

$m_2$  : khối lượng mẫu natri cacbonat (mg);

V : thể tích nước đem thử (ml).

Muối hòa tan của nước là trung bình số học nên các kết quả thử sai lệch cho phép không vượt quá 50 mg/l.

#### **1.4.1.5. Phụ gia**

Để tiết kiệm xi măng hoặc cải thiện các đặc tính kĩ thuật của hỗn hợp bê tông, có thể dùng các loại phụ gia thích hợp trong quá trình tạo bê tông:

Việc sử dụng phụ gia phải đảm bảo:

Tạo ra hỗn hợp bê tông có tính năng phù hợp với công nghệ thi công.

Không tác hại tới sử dụng công trình sau này, không ảnh hưởng đến tiến độ thi công.

Không ảnh hưởng đến ăn mòn cốt thép.

Các loại phụ gia sử dụng phải có chứng chỉ kỹ thuật được các cơ quan quản lý nhà nước công nhận. Việc sử dụng phụ gia cần tuân theo chỉ dẫn của nơi sản xuất. Đối với công trình 3D phải sử dụng phụ gia chống thấm cho các vị trí sau:

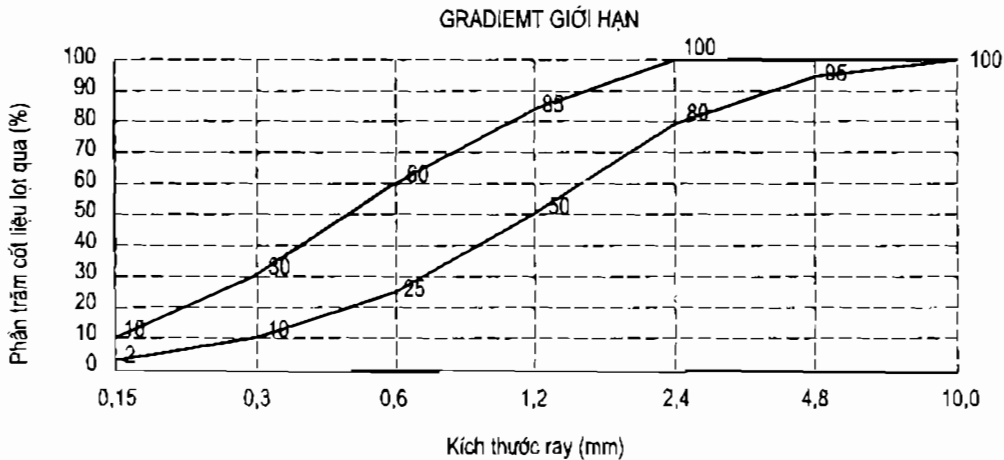
- + Sàn khu vệ sinh các loại.
- + Mái.
- + Ban công.
- + Mặt ngoài của tường 3D (lớp trát).
- + Các bể chứa nước.

Yêu cầu chống thấm cho bê tông, vữa trát do thiết kế chỉ dẫn và yêu cầu chi tiết riêng.

#### 1.4.1.6. Hỗn hợp bê tông - chọn thành phần bê tông

Tùy thuộc vào mác bê tông, trộn hỗn hợp vật liệu trong 3-4 phút với khoảng 300 kg xi măng và số lượng nước theo yêu cầu trong một máy trộn trước khi phun. Mács bê tông thực tế cũng tùy thuộc đường cong cấp phối của vật liệu có được qua thử nghiệm.

Gradien giới hạn của cốt liệu



Biểu đồ 1.1. Gradien giới hạn

Cấp phối chính xác không những tạo ra bê tông có chất lượng cao mà còn quyết định đến hiệu quả khi sử dụng máy phun. Để có thể phun được, cốt liệu phải chứa một số lượng hạt nhuyễn nhỏ nhất có đường kính dưới 0,125mm. Sau khi rây sàng 0,125mm, khối lượng lọt qua sàng ít nhất 4-5% và không quá 8-9%. Các hạt nhuyễn phải bảo đảm giữ được lượng nước khi phun qua vòi bơm. Nếu không đủ lượng hạt nhuyễn, phải thay thế bằng vật liệu khác. Trong trường hợp vật liệu lấy từ sông, hồ thì gần như không có hạt nhuyễn.

Cỡ hạt thường dùng tùy thuộc vào cường độ và hiệu suất của máy phun. Máy phun khô dễ dàng phun được cỡ hạt tối đa 8 mm, hạt dùng cho máy bơm vữa hồ lớn nhất là 4-5 mm. Đối với tường, cường độ bê tông sau cùng là 10-15 N/mm<sup>2</sup> (=f<sub>c</sub>), cỡ hạt lớn nhất là 4 mm.

Việc chọn thành phần bê tông phải theo chỉ dẫn sau:

- Việc chọn bê tông theo bảng tính sẵn hay bảng thiết kế liều lượng thông qua tính toán và đúc mẫu thí nghiệm là do tầm quan trọng của từng loại công trình hoặc bộ phận công trình.

- Đối với bê tông mác 100 có thể sử dụng bảng tính sẵn ghi ở bảng sau:

**Bảng 1.5**

Cốt liệu và quy cách	Mác ximăng	Ximăng (kg)	Cát (kg)	Đá sỏi (kg)	Nước (l)
Cốt liệu nhỏ M1 = 2,1 – 3,5	PC30	265	615	1260	195
Cốt liệu nhỏ M1 = 2,1 – 3,5 Cốt liệu lớn cỡ hạt $D_{max} = 20$ mm		245	665	1190	185
Cốt liệu nhỏ M1 = 2,1 – 3,5 Cốt liệu lớn cỡ hạt $D_{max} = 40$ mm	PC30	224	680	1240	180
Cốt liệu nhỏ M1 = 2,1 – 3,5 Cốt liệu lớn cỡ hạt $D_{max} = 70$ mm	PC30	219	725	1270	170

*Ghi chú:*

Hỗn hợp bê tông nhận được có độ sụt 3cm - 4cm trên cơ sở vật liệu:

- Cốt liệu nhỏ theo TCVN 1770 : 1986.
- Cốt liệu lớn theo TCVN 1771 : 1986. “Đá dăm, sỏi chỉ dùng trong xây dựng”
- Ximăng theo TCVN 2682 : 1992. “Ximăng Portland”
- Nước tuân theo TCVN 4506 : 1987. “Nước cho bê tông và vữa - yêu cầu kĩ thuật”.
- Thành phần bê tông tính với ximăng PC30.
- Số liệu trong bảng trên chưa tính đến hao hụt trong quá trình vận chuyển, bảo quản và thi công trên công trường.

#### **1.4.1.7. Thiết kế thành phần bê tông**

Đối với bê tông mác 150 trở lên thì thành phần vật liệu trong bê tông phải được thiết kế thông qua phòng thí nghiệm (tính toán và đúc mẫu thí nghiệm). Thiết kế thành phần bê tông phải đảm bảo các nguyên tắc:

- Sử dụng đúng các vật liệu sẽ dùng để thi công.
- Độ sụt hoặc độ cứng của hỗn hợp bê tông xác định tùy thuộc tính chất của công trình, hàm lượng cốt thép, phương pháp vận chuyển, điều kiện thời tiết.
- Khi chọn độ sụt của hỗn hợp bê tông để thiết kế cần tính tới sự tổn thất độ sụt trong thời gian lưu giữ và vận chuyển.
- Độ sụt của hỗn hợp bê tông tại vị trí đổ tham khảo bảng sau:

**Bảng 1.6**

Loại và tính của kết cấu độ sụt (mm)	Chỉ số độ		
	Đầm máy	Đầm tay	Cứng (S)
- Lớp lót máy	0 - 10	-	50 - 40
- Kết cấu ít cốt thép, nền nhà	0 - 20	20 - 40	35 - 25
- Kết cấu khối lớn, tiết diện lớn hoặc trung bình	20 - 40	40 - 60	25 - 15
- Kết cấu bê tông cốt thép mật độ thép dày, tường mỏng cột dầm tiết diện nhỏ	50 - 80	80 - 120	12 - 10
- Các kết cấu bê tông bằng bê tông bơm	120 - 200	12 - 10	

- Hiệu chỉnh thành phần bê tông tại hiện trường được tiến hành theo nguyên tắc không làm thay đổi tỉ lệ N/X của thành phần bê tông đã thiết kế.

- Khi cốt liệu chỉ cần giảm bớt lượng nước trộn, giữ nguyên độ sụt yêu cầu.

- Khi cần tăng độ sụt của hỗn hợp bê tông cho phù hợp với điều kiện thi công thì có thể đồng thời thêm nước và thêm xi măng để giữ nguyên tỉ lệ N/X.

#### **1.4.1.8. Lấy mẫu kiểm tra chất lượng**

a. Mẫu bê tông kiểm tra cường độ: được lấy tại nơi đổ bê tông và bảo dưỡng độ ẩm theo mẫu TCVN 3105 : 1993.

Mẫu có kích thước 150 × 150 × 150 mm.

Tổ mẫu gồm 3 mẫu lấy tại cùng một chỗ, cùng một thời điểm theo quy định TCVN 3105 : 1993.

- Chỉ dẫn số lượng tổ mẫu:

+ Các móng có khối lượng dưới 100 m<sup>3</sup> lấy 1 tổ mẫu.

+ Các khung, kết cấu móng (cột, dầm, sàn, ...) cứ 20 m<sup>3</sup> bê tông lấy 1 tổ mẫu.

+ Các kết cấu đơn chiếc, khối lượng ít vẫn lấy 1 tổ mẫu.

Tại công trình tấm 3D kiểm nghiệm lấy mẫu thí nghiệm tại các vị trí:

+ Móng lấy 1 tổ mẫu.

+ Cột dầm tầng 1 lấy 1 tổ mẫu.

+ Cột dầm tầng 2 lấy 1 tổ mẫu.

+ Cột dầm tầng 3 lấy 1 tổ mẫu.

+ Các vị trí đặc biệt do thiết kế chỉ dẫn.

Các mẫu trên sau khi ộp kiểm tra cường độ bê tông ở tuổi 28 ngày khi giá trị trung bình của từng mẫu không nhỏ hơn mức thiết kế và không mẫu nào trong tổ có cường độ 85% mức thiết kế.

b. Hệ số tính đổi kết quả thử nén về cường độ các viên mẫu bê tông có kích thước khác viên mẫu chuẩn 150mm × 150mm × 150mm

**Bảng 1.7**

Hình dáng và kích thước mẫu	Hệ số tính đổi
<b>A. Mẫu lập phương</b>	
100 × 100 × 100	0,91
150 × 150 × 150	1,00
200 × 500 × 500	1,05
300 × 300 × 300	1,10
<b>B. Mẫu trụ</b>	
71,4 × 143 và 100 × 200	1,16
150 × 300	1,20
200 × 400	1,24

c) Cốt thép dùng cho bê tông cốt thép

Tính chất cơ học của cốt thép được đặc trưng bằng trị số giới hạn chảy, cường độ cực hạn và độ dài tương đối.

Một số loại thép dùng trong kết cấu bê tông cốt thép sản xuất trong nước và nước ngoài. Tham khảo bảng tính chất cơ học của thép Việt Nam theo TCVN 1651 : 1985

**Bảng 1.8**

Nhóm cốt thép	Đường kính cốt thép	Giới hạn chảy daN/cm <sup>2</sup>	Cường độ cực hạn daN/cm <sup>2</sup>	Độ giãn dài tương đối %	Thí nghiệm uốn c - độ dày trục uốn d - đường kính cốt thép
CI	6 - 40	2200	3800	25	C = 0,5d 180°
CII	10 - 40	3000	5000	19	C = 35d 180°
CIII	6 - 40	4000	6000	14	C = 3d 90°
CIV	10 - 32	6000	9000	6	C = 5d 45°

- Mẫu thép được lấy để thí nghiệm kiểm tra căn cứ đặc điểm kỹ thuật công trình để chôn mẫu. Các mẫu thí nghiệm phải thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật của tiêu chuẩn quy định.

- Hàn cốt thép được lấy mẫu theo quy định.

Mỗi lô 100 mối hàn lấy 3 mẫu để thí nghiệm kiểm tra cường độ.

Nếu một mẫu không đạt phải kiểm tra lại mẫu với số lượng gấp đôi.

- Các mối hàn có thể kiểm tra lại bằng siêu âm theo TCVN 1548: 1985

#### 1.4.2 .Vật liệu sản xuất vữa trát

Thi công phải tuân theo TCVN 4314: 1986 “Vữa xây dựng, yêu cầu kỹ thuật”

\* Các đặc tính chung:

Loại vữa sử dụng cho công trình này thuộc dạng vữa thông thường có khối lượng thể tích  $\delta^\circ$  ở trạng thái khô  $\delta^\circ > 1500 \text{kg/m}^3$ .

Theo giới hạn bền vững ở tuổi 28 ngày bảo dưỡng trong điều kiện tiêu chuẩn có các mức vữa sau: 4, 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200, 300.

Vật liệu dùng cho vữa:

#### Cát:

Dùng cho vữa xây dựng theo TCVN 1770:1986

Module độ nhỏ của cát cho phép đến 0.7

Cát thí nghiệm phải đảm bảo các yêu cầu bảng 4.17

**Bảng 1.9**

STT	Chỉ tiêu	Mức theo Mác vữa	
		< 75	> 75
1	Module độ lớn nhỏ hơn	0,7	1,5
2	Sét, á sét, cát tạp chất ở dạng vụn	không	không
3	Lượng hạt >5mm	không	không
4	Khối lượng thể tích ( $\text{kg/m}^3$ ) không nhỏ hơn	1150	1250
5	Hàm lượng muối sunfat, sun fit tính ra $\text{SO}_3$ theo % khối lượng cát không nhỏ hơn	2	1
6	Hàm lượng bụi, sét % không nhỏ hơn	10	3
7	Lượng hạt nhỏ hơn 0-14 mm % khối lượng các không nhỏ hơn	35	20
8	Hàm lượng tạp chất hữu cơ theo phương pháp so màu	Mẫu 2	Mẫu chuẩn

Mỗi lô cát nhận phải có giấy chứng nhận chất lượng.

Lấy mẫu cát và thử theo TCVN 337:1986 đến TCVN 346:1986 và TCVN 4376:1986

#### Chất kết dính

Chất kết dính có thể dùng xi măng portland theo TCVN 2682:1992 hoặc các chất kết dính khác theo các quy định hiện hành.

#### Phụ gia

Cho phép sử dụng phụ gia vô cơ hoặc hữu cơ để cải thiện một số tính chất của vữa, nhưng phải theo đúng quy định hiện hành và trước khi sử dụng phải thí nghiệm để xác định ảnh hưởng và hàm lượng các phụ gia đó trong vữa. Đối với công trình 3D cần thí nghiệm các phụ gia chống thấm, phụ gia chống co ngót...

#### Nước

Nước trộn vữa phải đạt yêu cầu như để trộn bê tông đã nêu ở trên.

Yêu cầu kĩ thuật hỗn hợp vữa hoàn thiện.

**Bảng 1.10**

STT	Chỉ tiêu	Loại vữa hỗn hợp	
		Hoàn thiện thô	Hoàn thiện mịn
1	Đường kính hạt cốt liệu lớn nhất tính bằng mm không lớn hơn	2,5	1,25
2	Độ lưu động (cm)	6 + 10	7 + 12
3	Thời gian bắt đầu đông kết, tính bằng phút kể từ sau khi trộn, không lớn hơn	25	25

Vữa hoàn thiện phải thỏa mãn các yêu cầu bảng sau:

**Bảng 1.11**

Mác	Giới hạn bền chịu nén trung bình nhỏ nhất	Giới hạn bền chịu nén trung bình lớn nhất
10	10	24
25	25	49
50	50	74
75	75	99
100	100	149
150	150	199
200	200	299
300	300	-

Phương pháp thử:

- Xác định đường kính hạt cốt liệu: Dùng các sàng có kích thước lỗ 5 ; 2,5 ; 1,25 theo TCVN 3121 : 1979.

- Độ lưu động, độ phân tầng và độ giữ nước xác định theo TCVN 3121 : 1979.

- Thí nghiệm thời gian bắt đầu đông kết.

Thiết bị thử theo TCVN 3121 : 1979.

Tiến hành thử:

- Chuẩn bị hỗn hợp vữa có độ lưu động là 4 cm theo TCVN 3121 : 1979, thử 3 lần trong 1 phút, khoảng cách 2 mũi côn 12 mm.

- Thời gian bắt đầu đông kết là thời gian tính từ sau khi mũi côn không lún sâu hơn 22+2 mm. Giới hạn bền nén của vữa xác định theo TCVN 3121 : 1979.

## 1.5. KIỂM ĐỊNH CHẤT LƯỢNG CÔNG TRÌNH

Công tác kiểm định chất lượng công trình nhằm định lượng các giá trị chất lượng của công việc, hạng mục công trình cụ thể theo các quy định về tiêu chuẩn kỹ thuật, các giai đoạn kiểm tra nghiệm thu, sử dụng các phương pháp và phương tiện kỹ thuật để xác định các giá trị, chỉ tiêu chất lượng.

Đối với nhà xây dựng bằng tấm 3D cần kiểm định chất lượng kỹ thuật các giai đoạn công việc sau:

### 1.5.1. Các công việc, giai đoạn cần kiểm định chất lượng công trình

#### *a) Phần nền móng*

Kiểm định chất lượng bê tông (khả năng chịu nén, độ đồng chất của bê tông, khuyết tật...)

Kiểm tra kích thước so với thiết kế.

Cường độ đất nền.

#### *b) Các tầng*

Kiểm tra chất lượng bê tông, các kết cấu bê tông.

Cường độ bê tông của kết cấu (Sự tăng cường độ nén theo thời gian xem bảng 1.12).

Lượng thép.

Độ đồng nhất, khuyết tật.

Kiểm tra chất lượng vữa trát.

Cường độ (Sự phát triển cường độ nén của vữa theo thời gian, xem bảng 1.13).

Độ chống thấm.

Đồng nhất.

Kiểm tra tìm cốt tường, các tầng.

Kiểm tra việc lắp đặt điện nước, công trình kỹ thuật.

Kiểm tra nghiệm thu theo quy định của nhà nước.

### 1.5.2. Các phương pháp và phương tiện để kiểm tra chất lượng công trình đã xây dựng

#### *Kiểm tra công tác bê tông*

Đối với bê tông đã đông cứng, các cấu kiện chịu lực bằng bê tông cốt thép, việc kiểm tra chất lượng tại hiện trường bằng phương pháp không phá hoại kết cấu.

Có 4 chỉ tiêu cần kiểm tra cho cấu kiện bê tông cốt thép tại hiện trường:

- Kiểm tra bề mặt kết cấu đã đổ bằng mắt. Dụng cụ đo để kiểm tra độ khuyết tật của kết cấu.

- Kiểm tra kích thước cấu kiện, dùng các phương tiện đo để xác định sai lệch cho phép

- Kiểm tra độ đồng nhất theo tiêu chuẩn TCVN 2017:1989 khi có nghi ngờ (hoặc tiêu chuẩn TCVN 225:1998).

- Cường độ nén của bê tông có 2 phương pháp:

Dùng súng bật nảy kết hợp với máy siêu âm theo tiêu chuẩn.

Khoan lấy mẫu từ cấu kiện.

#### *Kiểm tra công tác cốt thép*

- Lấy mẫu thử theo TCVN 197 : 1985, TCVN 198 : 1985. Kết quả phải bảo đảm yêu cầu thiết kế.

- Hàn cốt thép : Kiểm tra bằng 2 cách:



+ Mỗi lô thép 100 mỗi hàn lấy 3 mẫu kiểm tra cường độ mỗi hàn theo TCVN. Bạc thợ hàn phải kiểm tra trước khi hàn bằng cách hàn mẫu thử phải đạt tiêu chuẩn bậc thợ quy định.

+ Kiểm tra bằng siêu âm theo TCVN 1548 : 1985 khi cần thiết hoặc có nghi ngờ chất lượng mỗi hàn. Mỗi hàn kiểm tra phải đảm bảo chất lượng theo yêu cầu.

**Bảng 1.12**

Nhiệt độ đông cứng của vữa bê tông 0°C	Giờ						Ngày					
	4	8	12	16	20	24	2	3	5	7	14	28
10	6	10	13	15	18	20	35	42	51	59	75	91
20	10	13	19	24	28	30	43	50	60	69	87	100
40	16	25	32	37	41	44	57	64	75	85		
50	19	29	35	44	51	57	62	70	84	95		
60	23	37	47	55	61	60	68	-	92			

**Bảng 1.13**

Nhiệt độ đông cứng của vữa bê tông 0°C	Ngày								
	1	2	3	5	7	10	14	21	28
5	4	8	11	19	25	35	45	58	68
10	6	12	18	28	37	40	60	74	83
15	10	18	24	37	47	58	71	85	95
20	13	23	33	45	55	68	80	92	100
25	18	30	42	58	65	75	85	95	104
30	23	38	49	61	72	82	100		
35	27	48	58	70	79	89	96	103	
40	32	54	60	78	87	95	100		
45	38	63	75	85	94	100			
50	43	76	85	95	99				

**1.6. CÁC SỰ CỐ CÓ THỂ XẢY RA KHI THI CÔNG**

Trong khi thi công bê tông, một vài sự cố có thể xảy ra, dẫn đến nứt. Trong trường hợp hiếm hoi, bê tông nứt là do kết cấu chung, còn hầu hết việc nứt là do bê

tông bị co hoặc khô sớm, xử lý không đúng cách bề mặt bê tông cũng dẫn đến tình trạng nứt. Tuy vậy, những vết nứt này thật ra chỉ là vấn đề của thị giác, các vết nứt nguy hiểm thật sự là một ngoại lệ và có thể dự phòng bằng các biện pháp đối phó hữu hiệu.

Mục 1.5.1 trình bày một vài trường hợp nứt, nguyên nhân và biện pháp khắc phục. Một kiểm tra về giải pháp chung nhằm cải thiện chất lượng bê tông sẽ được trình bày trong mục 1.5.2

Điều tiên quyết cho tất cả các mẫu là công trình phải được thực hiện đúng phương pháp, đặc biệt là tại chỗ nối kết các tấm panels phải được phủ bằng lưới thép nối.

### 1.6.1. Một số kiểu nứt

1) Loại : Nứt  $45^\circ$  chỉ ở vài chỗ, bề dài 1-2 cm

Vị trí: Góc các lỗ trên tường

Nguyên nhân: Thường thường các vết nứt này do bê tông bị co bởi trong thành phần bê tông có quá nhiều xi măng hoặc nước. Nhiều vết nứt lớn hơn về phía nắng mặt trời là do không xử lý tốt sau khi phun tô bê tông. Các vết nứt dài 1-2 cm có thể xảy ra trong khi lắp khung cửa sổ. Những vết nứt ngắn này thấy ở chỗ lớp vữa mỏng phủ lớp foam trám cạnh khuôn cửa sổ.

Cách giải quyết: Ngoài các giải pháp chung để cải thiện chất lượng bê tông, có thể dùng một giải pháp gồm 2 bước như sau: trong diện tích (khoảng  $30 \times 30$  cm) ở các góc, giữ để không xuất hiện moment, sau đó tô một lớp hồ thật khô bằng tay với hàm lượng xi măng thấp ngay sau khi phun bê tông.

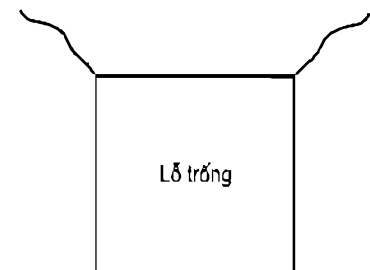
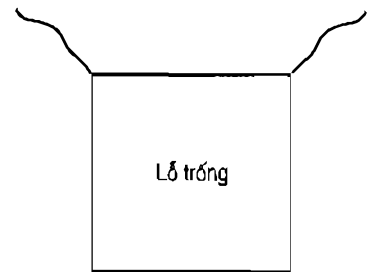
Phải bố trí lưới thép nối ở góc  $45^\circ$ , việc thay thế các tấm lưới thép nối này bằng các thanh thép không cải thiện được tình trạng nứt và chúng chỉ có tác dụng nếu bức tường có bề dày bê tông 50mm.

2) Loại : Vết nứt đứng tại lanh tô

Vị trí: Gần góc cửa lỗ cửa, đôi khi tại chỗ nối giữa panel và lanh tô

Nguyên nhân: Bê tông đã đổ trên lanh tô nhưng còn ướt, panel không thể chịu tải bê tông và lanh tô bị võng.

Giải pháp: Nếu có thể, lanh tô cửa sổ và cửa đi nên làm bằng một miếng không có chỗ nối, cần phải chống lanh tô trước khi đổ bê tông.



3) Loại: Vết nứt đứng như mô tả ở mục 2.

Vị trí: Lanh tô không có sàn 3D, gần góc cửa đi

Nguyên nhân: Lanh tô cửa đi không có sàn 3D không cứng như lanh tô nối với sàn 3D. Nguyên nhân vết nứt giống mô tả ở mục 2. Hơn nữa việc đóng sập cửa tạo ra rung chuyển tại khu vực này, nó có thể làm vết nứt mở rộng thêm.

Giải pháp: Lanh tô cửa sổ và cửa đi không có sàn 3D phải gia cố ít nhất 2 cây sắt  $\varnothing 12\text{mm}$  ở bên trên và bên dưới.

4) Loại: Nứt tại khoảng chừa ô trống

Vị trí: Chỗ chừa ô trống để lắp đặt ổ điện trên tường hoặc sàn.

Nguyên nhân: Nhìn chung là do cùng một nguyên nhân như mục 1. Vì khoảng chừa trống có khoảng cách nhỏ nên có ít vết nứt hơn góc cửa sổ và cửa đi, trong nhiều trường hợp nguyên nhân là đục lỗ sau khi đã đổ bê tông.

Giải pháp: Cũng như cách khắc phục ở đoạn 1, nhiều vết nứt cho biết có thể bê tông kém chất lượng hoặc do xử lý sau khi đổ bê tông, cần tránh đục lỗ khi bê tông còn non.

5) Loại: Vết nứt đứng trên tường

Vị trí: Chỗ nối kết giữa cột bê tông cốt thép và tường 3D

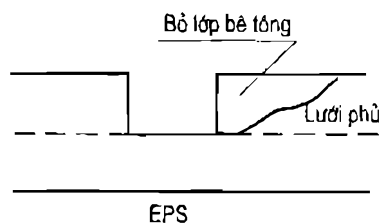
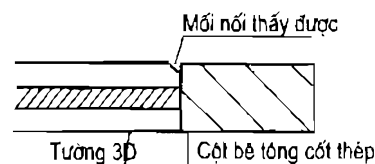
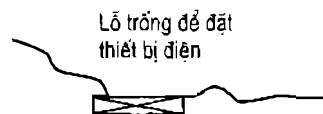
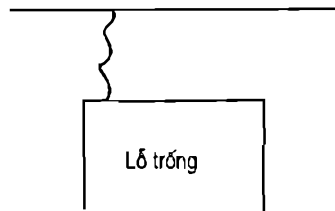
Nguyên nhân: Vật liệu không đồng bộ và chỗ nối thẳng giữa cột bê tông cốt thép và bê tông phun. Cột bê tông và tường 3D có biến dạng khác nhau.

Giải pháp: Liên kết cốt thép tại chỗ nối phải là thép quai để truyền các lực kết cấu và thêm lưới thép nối. Cũng nên thêm chỗ liên kết nhìn thấy.

6) Loại: Vết nứt đứng trên tường

Vị trí: Tại những chỗ đặt que làm dấu để phun bê tông.

Nguyên nhân: Cây sắt làm dấu để đo chiều dày lớp bê tông. Sau khi phun bê tông, cây sắt này được dỡ bỏ và trám bê tông, vết nứt không phải là vết nứt thật,



bởi vì bê tông không đủ độ dính, chỗ trám này bị nứt ngay cả khi độ co rất nhỏ.

Giải pháp: Dỡ bỏ một phần bê tông, làm nhám bề mặt và trám lại.

7) Loại: Vết nứt đứng trên mặt tường, có thể lan qua sàn.

Vị trí: Tại tường và sàn

Nguyên nhân: Tường panel không được neo đúng cách vào nền và chệch đi do tải trọng bê tông còn ướt. Vết nứt như vậy thường xuất hiện sau khi đổ bê tông sàn.

Giải pháp: Trước khi đổ bê tông phải bảo đảm là tường được neo đúng cách vào nền. Nếu có khoảng trống bên dưới tường, phải chắc chắn là tường đã được buộc đúng cách.

8) Loại: Nứt mặt dưới tấm sàn

Vị trí: Tại khu vực căng chính. Trong hầu hết trường hợp những vết nứt này bắt đầu từ khoảng trống để lắp đặt ổ điện

Nguyên nhân: Panel bố trí theo hướng dài của tấm sàn. Nếu tấm sàn hình vuông, thường xảy ra nứt, bắt đầu từ chỗ trống để lắp ổ điện.

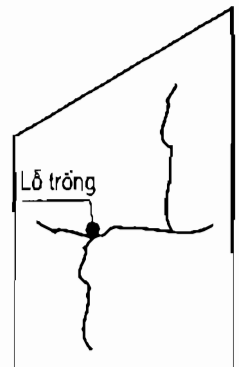
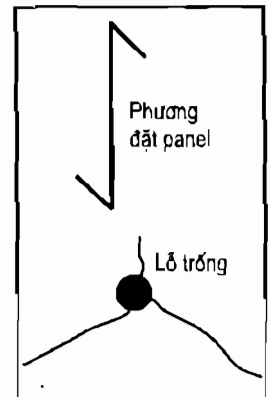
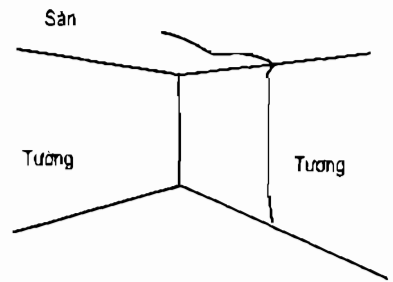
Giải pháp: Panels và thép gia cố phải luôn được bố trí theo phương ngắn của tấm sàn. Nếu tấm sàn ở dạng gần vuông, thêm thép chịu moment âm sẽ giảm độ lệch, lỗ trống phải được xử lý như trường hợp 1.

9) Loại: Những vết nứt trực giao trên tường và sàn.

Vị trí: Ở bất cứ chỗ nào trên tường và sàn, những vết nứt này thường bắt đầu từ lỗ trống.

Nguyên nhân: Rõ ràng là do sự co ngót. Bức tường không đủ cứng, những vết nứt ngang tại chỗ nối panel có thể xảy ra ở những bức tường cao liên kết với nhau theo phương đứng.

Giải pháp: Về cơ bản có thể giảm bớt các vết nứt bằng cách phun hồ khô cho lớp bê tông cuối cùng, đồng thời luôn tưới giữ ẩm lớp bê tông thường xuyên trong tuần lễ thứ nhất. Những bức tường cao phải được giằng đúng cách trước khi phun bê tông để tránh sự rung chuyển.

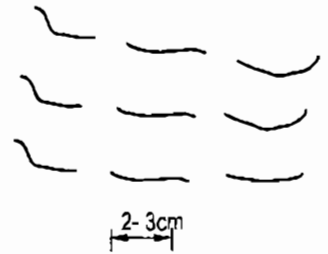


10) Loại: Vết nứt ngang, ngắn trên tường

Vị trí: Ở giữa tường

Nguyên nhân: Thợ hồ muốn làm phẳng mặt tường sau khi bê tông đã bắt đầu khô cứng

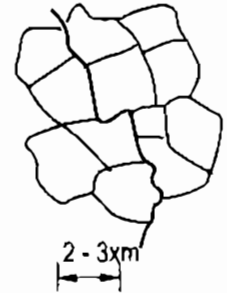
Giải pháp: Thợ hồ đã không làm đúng cách, việc làm láng phải thực hiện trước khi bê tông khô cứng.



11) Loại: Vết nứt trên tường và sàn, xung quanh nó thấy rõ vết như hình mạng nhện.

Vị trí: Vài nơi trên tường và sàn

Nguyên nhân: Vết rạn hình mạng nhện chứng tỏ bê tông khô cứng, vết nứt xảy ra vài chỗ. Điều này chỉ xảy ra khi thành phần bê tông quá nhiều nước.

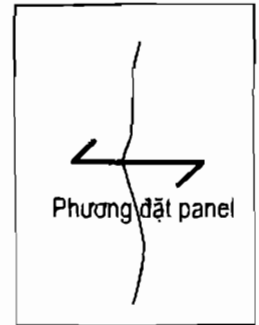


Giải pháp: Trộn bê tông với tỷ lệ xi măng/bê tông thấp hơn. Trong vài trường hợp thợ hồ làm phẳng mặt tường bằng bay sắt. Tuy nhiên, khi dỡ bay, bay sẽ hút theo nước, làm cho nước trên mặt lớp bê tông nhiều hơn, vì vậy nên dùng bay gỗ.

12) Loại: Vết nứt trên hướng ngang (không chịu lực) của tấm sàn.

Vị trí: Gần giữa nhịp sàn.

Nguyên nhân: Cây chống được dời đi quá sớm. Khi thấy vết nứt lại chống lại rồi tấm sàn bị phồng lên. Do tấm sàn bị phồng, vết nứt rộng ra.



Giải pháp: Ít nhất là hàng cột chống giữa chỉ được dời đi khi bê tông đạt được đủ cường độ. Không được làm vòng tấm sàn sau khi đã đổ bê tông.

### 1.6.2. Phương pháp tránh nứt

- Bê tông phải khô đủ để tiến hành việc phun/đổ/trát. Bê tông được trộn tốt nhất (bê tông trộn sẵn đựng trong bao) có thể hỏng nếu thêm quá nhiều nước. Tỷ lệ nước/xi măng được chọn xấp xỉ 0,5. Tỷ lệ không được lớn hơn 0,6. Để đo lường tỷ lệ nước/xi măng, nên dùng xô. Không được thêm nước bằng cách cảm nhận. Trong trường hợp ống bơm không hoạt động được phải nghỉ tới độ lỏng bê tông.

- Tổng trọng lượng xi măng không vượt quá  $300 \text{ kg/m}^3$ . Cát lấy từ sông không đảm bảo khả năng bơm. Để tăng khả năng bơm, nên trộn thêm phụ gia Sikapump. Theo tài liệu hướng dẫn của nhà sản xuất, phụ gia này không ảnh hưởng đến cường độ của bê tông. Việc thêm bột đá vào bê tông thường được sử dụng rộng rãi.

• Việc phun/trát ba lớp bê tông là giải pháp tốt để tránh nứt tại tường và sàn. Lớp bê tông thứ nhất phải đủ dày theo yêu cầu kết cấu, nên dùng hồ khô cho lớp bê tông thứ ba (chỉ làm phẳng mặt) (vài milimet). Nếu đã tồn tại một số vết nứt thì phải tăng bề dày lớp bê tông cuối cùng ngăn các vết nứt. Xi măng vôi vừa rẻ vừa dễ dùng. Đặc biệt là ở lớp cuối cùng ở chỗ panel không được canh thẳng chính xác nên dùng xi măng-vôi là tốt nhất.

• Để được an toàn, nên chừa những vị trí trọng yếu không đổ bê tông mà dùng hồ khô sau khi phun bê tông. Vị trí trọng yếu này ở các góc khoảng để trống hoặc chỗ chừa trống nhỏ cho việc lắp ổ điện.

• Bảo dưỡng bề mặt là một trong những giải pháp quan trọng ngăn ngừa bê tông khỏi bị nứt. Nhiều vết nứt trên tường đối diện với mặt trời chứng tỏ tấm tường không được giữ ướt trong tuần lễ thứ nhất (xem mục 12.2.3.2). Nếu bê tông khô quá nhanh sẽ tăng độ căng co gây ra nứt. Bảo dưỡng có nghĩa là phải tưới nước cách 2-3 giờ một lần trong ba ngày đầu sau khi phun bê tông, và ít nhất hai lần một ngày trong những ngày còn lại của tuần lễ thứ nhất. Nếu phun bê tông vào ngày cuối tuần, nhất thiết phải phủ tường bằng bạt plastic, điều này rất quan trọng đặc biệt cho lớp bê tông thứ hai ở những bức tường đối diện mặt trời.

• Một nguyên nhân khác gây ra nứt là ở vài khu vực trong toà nhà có sự đục lỗ trong khi bê tông còn non. Số vết nứt tương ứng với việc đục và tuổi của bê tông. Bảy ngày sau khi đổ bê tông phải hạn chế đục tối đa. Thường thường việc rung chuyển gây nguy hiểm cho các lớp bê tông nhiều hơn là cho lớp vữa hồ tường gạch.

• Việc sử dụng sợi plastic trong bê tông có thể giảm khả năng gây nứt. Không được sử dụng sợi thép vì chúng sẽ bị ăn mòn. Tuy nhiên, đây không phải là giải pháp cho tất cả các sự cố. Thực tế thì bề dài sợi không vượt quá 15-20mm, và vào khoảng 0,8-1 kg /m<sup>3</sup> bê tông. Tuy vậy, với chiều dài của sợi, cường độ kéo cho phép chỉ tăng ít và nếu tỷ lệ trộn bê tông hoặc bảo dưỡng không đúng sẽ gây ra nứt. Sợi dài hơn sẽ ảnh hưởng lớn hơn với cường độ chịu kéo, nhưng cũng khó khăn hơn khi thao tác với bê tông. Sau khi đã làm phẳng sẽ lộ ra những sợi đó rất khó coi, hơn nữa giá bê tông cũng sẽ cao hơn.

Ngoài ra, sợi trong bê tông sẽ giảm nhẹ khả năng bơm. Nếu bơm gặp khó khăn, phải thêm hạt mịn (xi măng) để duy trì khả năng bơm.

Nói chung thì có thể dùng bơm hình con sâu nếu vữa có sợi và hạt lớn tối đa 2-4mm. Bê tông có hạt lớn 8mm chỉ có thể dùng máy bơm pít tông, vì bơm hình con sâu không thể bơm loại hạt lớn.

Kết quả là tính chất của bê tông tươi chỉ thay đổi nhẹ. Nếu khả năng bơm gặp khó khăn, thử nghiệm chỉ cho thấy liệu loại bê tông đó có thể bơm được hay không.

Tóm lại, Cần lưu ý 3 điều quan trọng để tránh nứt:

- 1) Xi măng trong thành phần bê tông không vượt quá 300 kg/m<sup>3</sup>.
- 2) Tỷ lệ nước/xi măng phải ở giữa 0,5 và 0,6.
- 3) Mặt tường phải giữ ướt trong những ngày đầu.

## Chương 2

### ĐỊNH MỨC THI CÔNG NHÀ 3D

#### CÁC CÔNG TÁC ĐẶC THÙ

##### 3D.1. Cắt, nối, lắp dựng tấm tường bằng tấm 3D dày 100mm

*Thành phần công việc:*

- Chuẩn bị phương tiện, dụng cụ lao động, vận chuyển tấm 3D từ bãi tập kết đến chân công trình, cắt tấm, tổ hợp tấm tường theo thiết kế; lắp đặt cố định tạm; căng chỉnh cố định vĩnh viễn; hoàn thiện, thu dọn vị trí công tác.

Mã hiệu	Công tác xây lắp	Thành phần hao phí	Đơn vị	Định mức	
3D.1	Cắt nối lắp dựng tấm tường bằng tấm 3D dày 100 mm	Vật liệu	m <sup>2</sup>	1,07	
		Tấm 3D	m <sup>2</sup>		
		Đá cắt 18	viên	0,004	
		Ghim bấm liên kết	thùng		
		Lưới nối liên kết	tấm	0,885	
		Kìm bấm liên kết	cái	0,008	
		Cây chống gỗ 4×8×3,6	cây	0,064	
		Giàn giáo thép	bộ	0,0001	
		<i>Nhân công</i>			
		Nhân công 3, 7/7	công	0,437	
		Máy cắt cầm tay 14.2 A	ca	0,062	
		Máy nén khí 7 daN/cm <sup>2</sup>	ca	0,045	

##### 3D.2. Cắt, nối, lắp dựng tấm tường bằng tấm 3D dày 76 mm

*Thành phần công việc:*

- Chuẩn bị phương tiện, dụng cụ lao động, vận chuyển tấm 3D từ bãi tập kết đến chân công trình, cắt tấm, tổ hợp tấm tường theo thiết kế; lắp đặt, cố định tạm, căn chỉnh cố định vĩnh viễn ; hoàn thiện thu dọn vị trí công tác.

Mã hiệu	Công tác xây lắp	Thành phần hao phí	Đơn vị	Định mức
3D.2	Cát nối lắp dựng tấm tường bằng tấm 3D dày 100 mm	<i>Vật liệu</i>	m <sup>2</sup>	
		Tấm 3D	m <sup>2</sup>	1,07
		Đá cát 18cm	viên	0,067
		Ghim bấm liên kết	thùng	0,002
		Lưới nổi liên kết	tấm	1,256
		Miếng thép liên kết	cái	17,020
		Dây thép buộc	kg	0,087
		Kìm bấm liên kết	cái	0,004
		Cây chống gỗ 4×8×3,6	cây	0,079
		Giàn giáo thép	bộ	0,0001
		<i>Nhân công</i>		
		Nhân công 3, 7/7	công	0,292
		<i>Máy thi công</i>		
		Máy cắt cầm tay 14.2 A	ca	0,031
Máy nén khí 7 daN/cm <sup>2</sup>	ca	0,035		

### 3D.3. Xử lí mối nối giữa tường và cột mỗi nối 100 mm.

*Thành phần công việc:*

- Chuẩn bị phương tiện, dụng cụ lao động, vận chuyển vật liệu từ bãi tập kết đến chân công trình; lắp dựng thép cột, buộc liên kết giữa tường và cột; hoàn thiện thu dọn vị trí công tác.

Mã hiệu	Công tác xây lắp	Thành phần hao phí	Đơn vị	Định mức
3D.3	Xử lí mối nối giữa tường và cột mỗi nối (100 mm)	<i>Vật liệu</i>	md	
		Dây thép buộc	kg	0,400
		Thép tròn $\phi$ 14	md	3,180
		Nhân công nối 100 mm		
Nhân công 3, 7/7	công	0,480		

### 3D.4. Lắp đặt tấm lưới phẳng xử lí mối nối 76 mm

*Thành phần công việc:*

- Chuẩn bị phương tiện, dụng cụ lao động, vận chuyển vật liệu từ bãi tập kết đến chân công trình; lắp dựng thép cột, buộc liên kết giữa tường và cột; hoàn thiện thu dọn vị trí công tác.



Mã hiệu	Công tác xây lắp	Thành phần hao phí	Đơn vị	Định mức
3D.4	Xử lí mối nối giữa tường và cột mối nối (mm)	<i>Vật liệu</i>	md	
		Lưới nối liên kết	tấm	0,582
		Miếng thép liên kết	cái	5,150
		Đá cắt 18 cm	viên	0,011
		Dây thép buộc	kg	0,084
		Kìm bấm liên kết	cái	0,004
		Giàn giáo thép	bộ	0,0001
		<i>Nhân công</i>		
		Nhân công 3, 7/7	công	0,093
		<i>Máy thi công</i>		
		Máy cắt cầm tay 14.2 A	ca	0,004
		Máy nén khí 7 daN/cm <sup>2</sup>	ca	0,008

### 3D.5. Lắp đặt tấm lưới góc xử lí mối nối 100 mm

*Thành phần công việc:*

- Chuẩn bị phương tiện, dụng cụ lao động, vận chuyển vật liệu từ bãi tập kết đến chân công trình; lắp dựng thép cột, buộc liên kết giữa tường và cột; hoàn thiện thu dọn vị trí công tác.

Mã hiệu	Công tác xây lắp	Thành phần hao phí	Đơn vị	Định mức
3D.5	Lắp đặt tấm lưới góc xử lí mối nối 100 mm	<i>Vật liệu</i>		
		Tấm nối góc	tấm	2,000
		Dây thép buộc	kg	0,29
		Ghim bấm liên kết	thùng	0,004
		Kìm bấm liên kết	cái	0,008
		<i>Nhân công</i>		
		Nhân công 3, 7/7	công	0,353
		<i>Máy thi công</i>		
Máy nén khí 7 daN/cm <sup>2</sup>	ca	0,059		

### 3D.6. Lắp đặt tấm lưới góc xử lí mối nối 76 mm

*Thành phần công việc:*

- Chuẩn bị phương tiện, dụng cụ lao động, vận chuyển vật liệu từ bãi tập kết đến chân công trình; lắp dựng thép cột, buộc liên kết giữa tường và cột; hoàn thiện thu dọn vị trí công tác.

Mã hiệu	Công tác xây lắp	Thành phần hao phí	Đơn vị	Định mức
3D.6	Lắp đặt tấm lưới góc xử lí mối nối 76 mm	<i>Vật liệu</i>		
		Thép tròn $\phi$ 8	kg	1,301
		Dây thép buộc	kg	0,115
		Giàn giáo thép	bộ	0,0001
		<i>Nhân công</i>		
Nhân công 3, 7/7	công	0,312		

### 3D.7. Lắp đặt tấm lưới góc xử lí mối nối tường với sàn

*Thành phần công việc:*

- Chuẩn bị phương tiện, dụng cụ lao động, vận chuyển vật liệu từ bãi tập kết đến chân công trình; lắp dựng lưới góc liên kết, buộc liên kết giữa; hoàn thiện thu dọn vị trí công tác.

Mã hiệu	Công tác xây lắp	Thành phần hao phí	Đơn vị	Định mức
3D.7	Lắp đặt tấm lưới góc xử lí mối nối tường với sàn	<i>Vật liệu</i>		
		Lưới nối liên kết	tấm	1,750
		Dây thép buộc	kg	0,225
		Giàn giáo thép	bộ	0,0001
		<i>Nhân công</i>		
Nhân công 3, 7/7	công	0,450		

### 3D.8. Lắp đặt tấm lưới góc xử lí mối nối sàn với sàn

*Thành phần công việc:*

- Chuẩn bị phương tiện, dụng cụ lao động, vận chuyển vật liệu từ bãi tập kết đến chân công trình; lắp dựng lưới góc liên kết, buộc liên kết giữa; hoàn thiện thu dọn vị trí công tác.

Mã hiệu	Công tác xây lắp	Thành phần hao phí	Đơn vị	Định mức
3D.8	Lắp đặt tấm lưới phẳng xử lí mối nối sàn với sàn	<i>Vật liệu</i>		
		Lưới nối liên kết	tấm	0,465
		Ghim bấm liên kết	kg	0,002
		Kìm bấm liên kết	bộ	0,004
		<i>Nhân công</i>		
		Nhân công 3, 7/7	công	0,199
		<i>Máy thi công</i>		
		Máy cắt cầm tay 14,2A	ca	0,033
		Máy nén khí 7 daN/cm <sup>2</sup>	ca	0,033

### 3D.9. Cắt, nối, lắp dựng cầu thang bằng tấm 3D

*Thành phần công việc:*

- Chuẩn bị phương tiện, dụng cụ lao động, vận chuyển tấm 3D từ bãi tập kết đến chân công trình; cắt tấm, tổ hợp tấm tường theo thiết kế. Lắp dựng giàn giáo để đưa tấm tường vào vị trí, lắp đặt, cố định tạm, căn chỉnh cố định vĩnh viễn; hoàn thiện thu dọn vị trí công tác.

Mã hiệu	Công tác xây lắp	Thành phần hao phí	Đơn vị	Định mức	
3D.9	Cắt, nối, lắp dựng cầu thang bằng tấm 3D	<i>Vật liệu</i>	m <sup>2</sup>		
		Tấm xây dựng 3D	m <sup>2</sup>	1,070	
		Đá cắt 18 cm	viên	0,069	
		Lưới nối liên kết	tấm	1,111	
		Ghim bấm liên kết	thùng	0,002	
		Dây thép buộc	kg	0,278	
		Miếng thép liên kết	cái	0,556	
		Thép tròn $\phi$ 8	kg	2,813	
		Kim bấm liên kết	cái	0,004	
		<i>Nhân công</i>			
		Nhân công 3, 7/7	công	0,50	
		<i>Máy thi công</i>			
		Máy cắt cầm tay 14,2A	ca	0,069	
Máy nén khí 7 daN/cm <sup>2</sup>	ca	0,023			

### 3D.10. Cắt, nối, lắp dựng sàn bằng tấm 3D

*Thành phần công việc:*

- Chuẩn bị phương tiện, dụng cụ lao động, vận chuyển tấm 3D từ bãi tập kết đến chân công trình; cắt tấm, tổ hợp tấm tường theo thiết kế, lắp đặt, cố định tạm, căn chỉnh cố định vĩnh viễn; hoàn thiện thu dọn vị trí công tác.

Mã hiệu	Công tác xây lắp	Thành phần hao phí	Đơn vị	Định mức	
3D.10	Cắt, nối, lắp dựng sàn bằng tấm 3D	<i>Vật liệu</i>	m <sup>2</sup>		
		Tấm xây dựng 3D	m <sup>2</sup>	1,070	
		Đá cắt 18 cm	viên	0,022	
		Lưới nối liên kết	tấm	0,305	
		Ghim bấm liên kết	thùng	0,002	
		Dây thép buộc	kg	0,073	
		Ròng rọc	cái	0,0001	
		Dây thừng	md	0,109	
		Kim bấm liên kết	cái	0,004	
		<i>Nhân công</i>			
		Nhân công 3, 7/7	công	0,378	
		<i>Máy thi công</i>			
		Máy cắt cầm tay 14,2A	ca	0,024	
Máy nén khí 7 daN/cm <sup>2</sup>	ca	0,019			

### 3D.11. Lắp đặt lưới chữ U xử lý gia cố chu vi cửa

#### Thành phần công việc

- Chuẩn bị phương tiện, dụng cụ lao động, vận chuyển vật liệu từ bãi tập kết đến chân công trình; lắp dựng lưới liên kết, buộc liên kết giữa; hoàn thiện thu dọn vị trí công tác.

Mã hiệu	Công tác xây lắp	Thành phần hao phí	Đơn vị	Định mức
3D.11	Lắp đặt lưới chữ U xử lý gia cố chu vi cửa	<i>Vật liệu</i>	bộ	
		Đá dăm 0,5×1		
		Cát vàng Tân Châu	m <sup>3</sup>	0,039
		Xi măng PC 30 Hoàng Thạch	m <sup>3</sup>	0,028
		Dây thép buộc	kg	15,596
		Cây chống	kg	0,182
		Ván cốp pha	cây	0,303
		Giàn giáo thép	m <sup>2</sup>	0,162
		<i>Nhân công</i>	bộ	0,0001
		Nhân công 3, 7/7	công	1,837

### 3D.12. Bóc bỏ lõi foam

#### Thành phần công việc

- Chuẩn bị phương tiện, dụng cụ lao động, bóc bỏ lõi foam tại các vị trí liên kết để xử lý mối nối; hoàn thiện thu dọn vị trí công tác.

Mã hiệu	Công tác xây lắp	Thành phần hao phí	Đơn vị	Định mức
3D.12	Bóc bỏ lõi foam	<i>Vật liệu</i>	md	
		<i>Nhân công</i>		
		Nhân công 3, 7/7	công	0,089

### 3D.13. Lắp dựng ván, đà chống đỡ sàn, cầu thang

#### Thành phần công việc

- Chuẩn bị phương tiện, dụng cụ lao động, vận chuyển vật liệu từ bãi tập kết đến chân công trình; chống đỡ căn chỉnh theo yêu cầu kỹ thuật; hoàn thiện thu dọn vị trí công tác.

Mã hiệu	Công tác xây lắp	Thành phần hao phí	Đơn vị	Định mức
3D.13	Lắp dựng ván, đà chống đỡ sàn, cầu thang	<i>Vật liệu</i>	bộ	
		Dây thép buộc	kg	0,230
		Cây chống	cây	0,390
		Thép hình (xà gỗ 3.6m)	cây	0,003
		<i>Nhân công</i>		
		Nhân công 3, 7/7	công	0,145

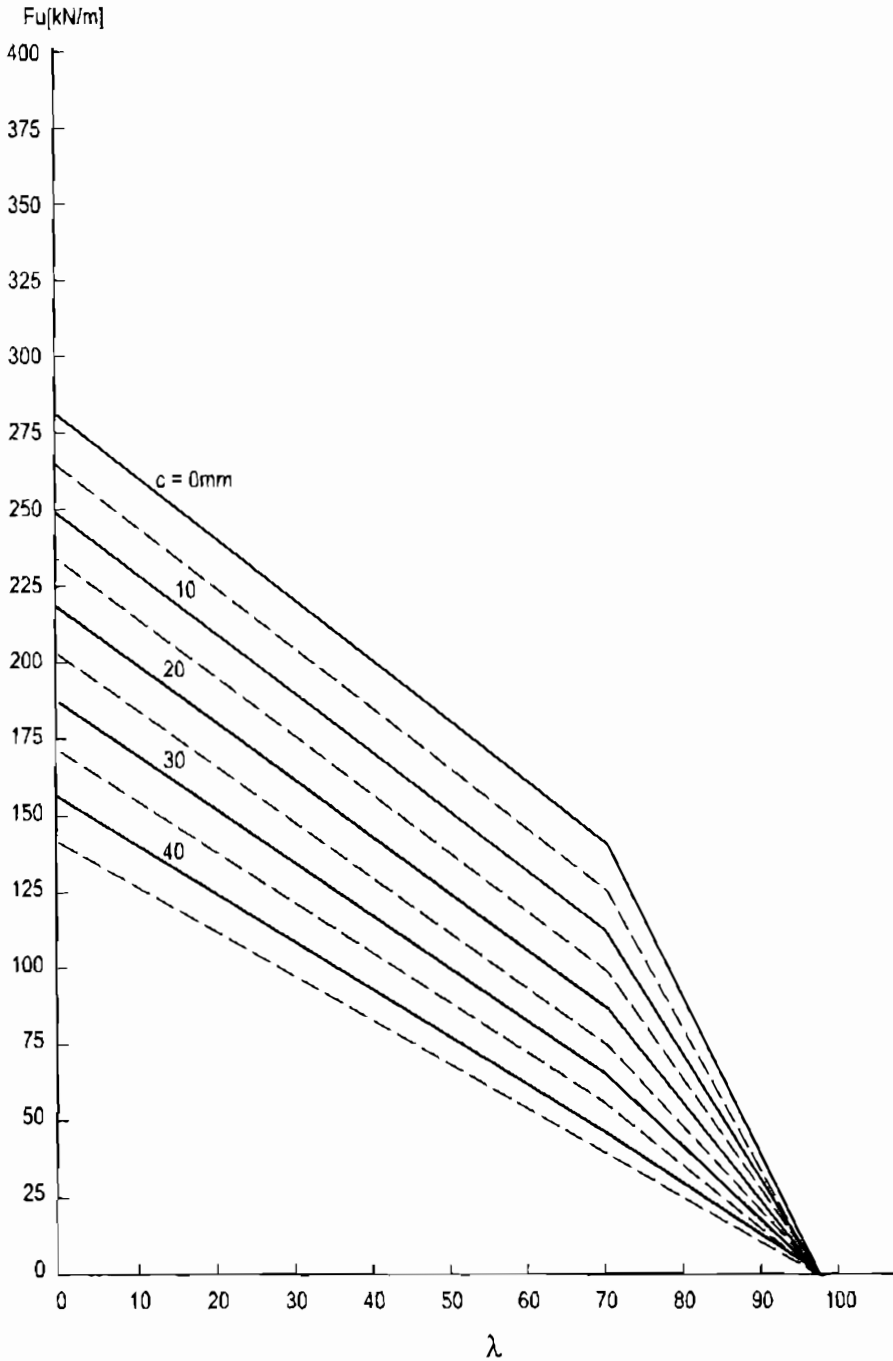
## PHẦN 3. PHỤ LỤC

Tường dày = 40 + 50 + 40 mm

Bán kính quán tính  $r = 46,5$  mm.

Độ lệch tâm tối đa  $e_{MAX} = 45$  mm

( $f_c = 10,5$  N/mm<sup>2</sup> ; hệ số an toàn = 3,0)

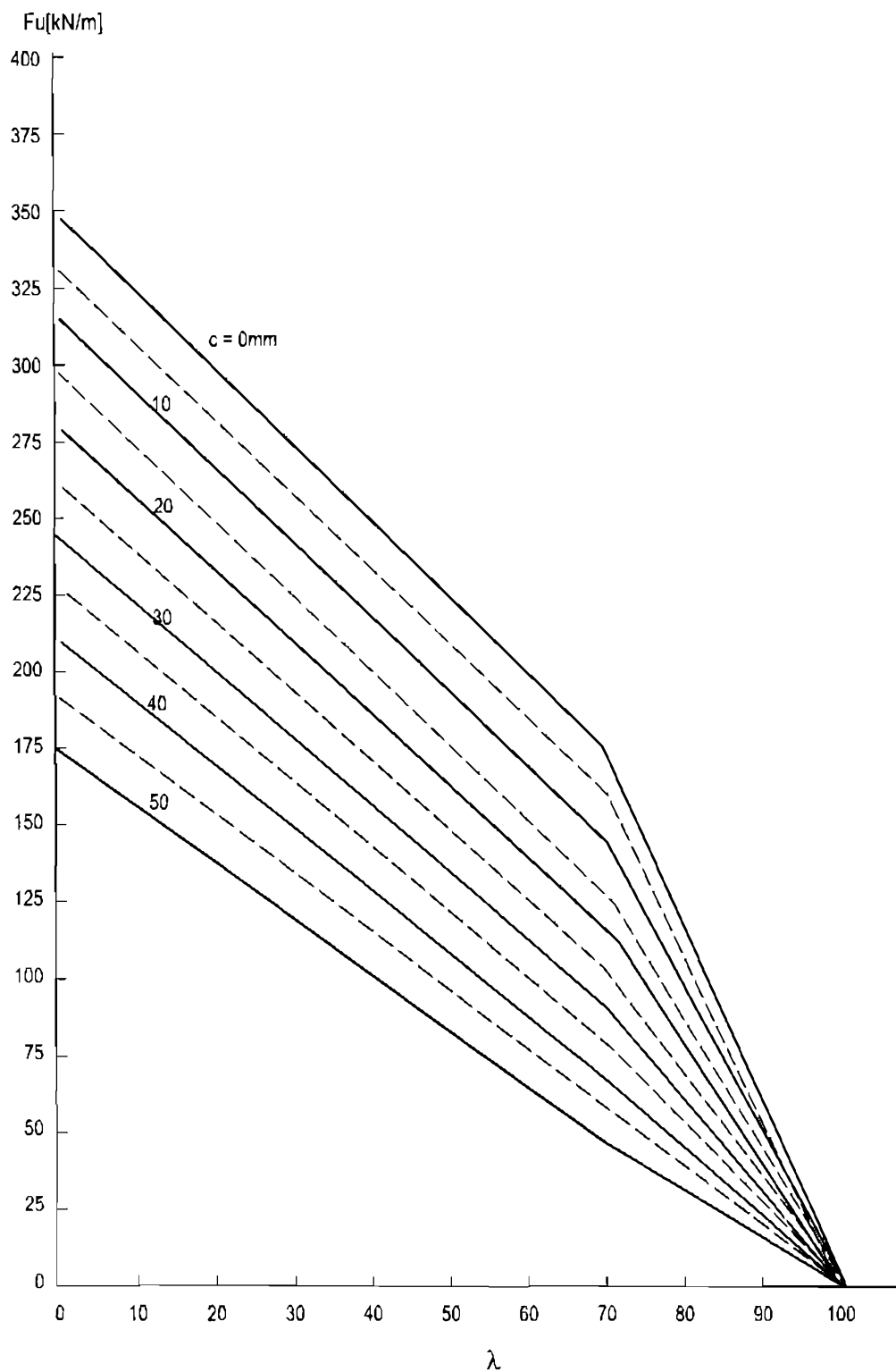


Tường dày = 50+50+50 mm

Bán kính quán tính  $r = 52,0$  mm

Độ lệch tâm tối đa  $e_{MAX} = 50$  mm

( $f_c = 10,5$  N/mm<sup>2</sup> ; hệ số an toàn = 3,0)



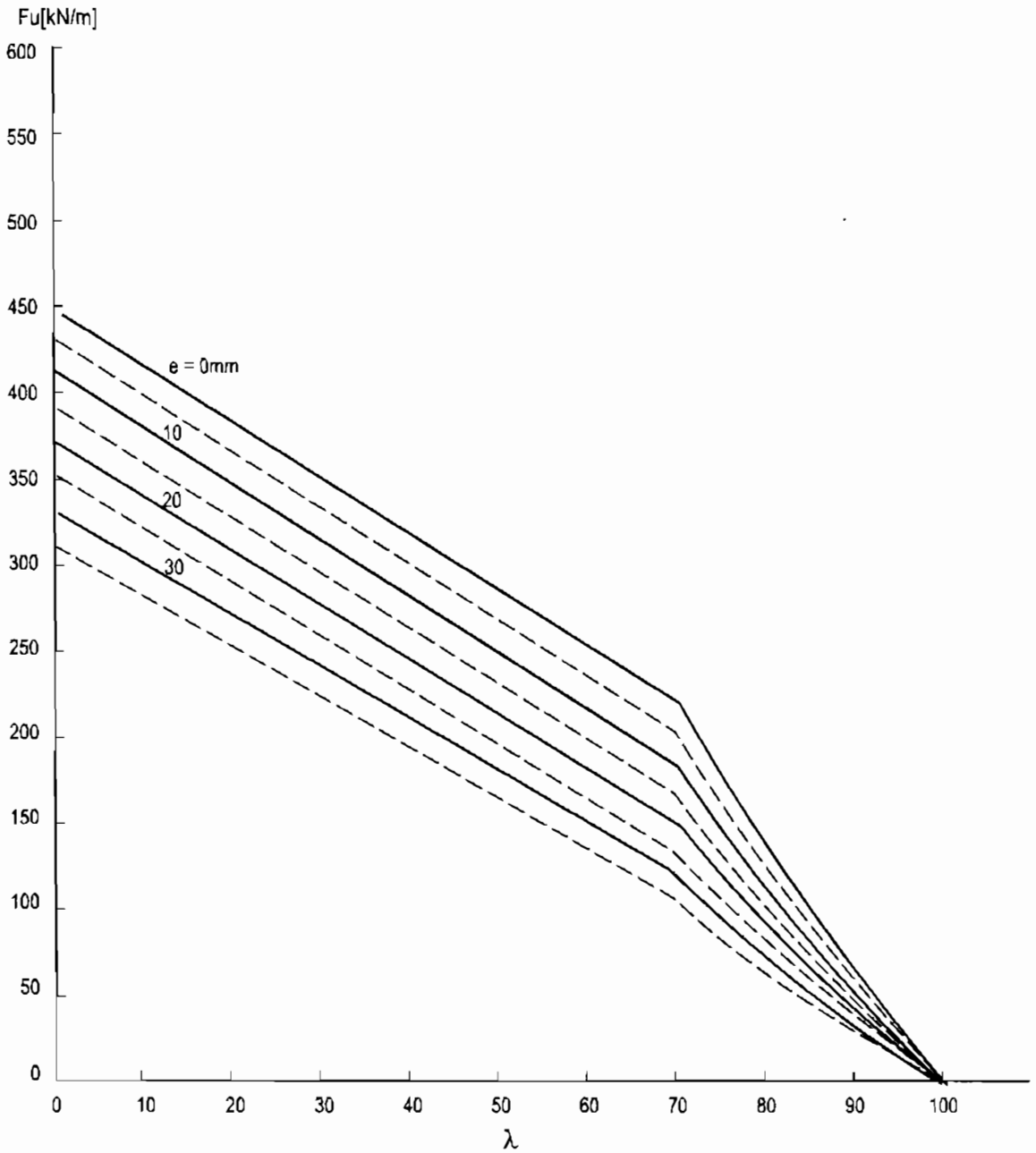
## Tải trọng đứng cho phép (50+50+50 mm)

Tường dày = 40 + 50 + 90 mm

Bán kính quán tính  $r = 57,7$  mm.

Độ lệch tâm tối đa  $e_{MAX} = 35$ mm.

( $f_c = 10,5$  N/mm<sup>2</sup> ; hệ số an toàn = 3,0)



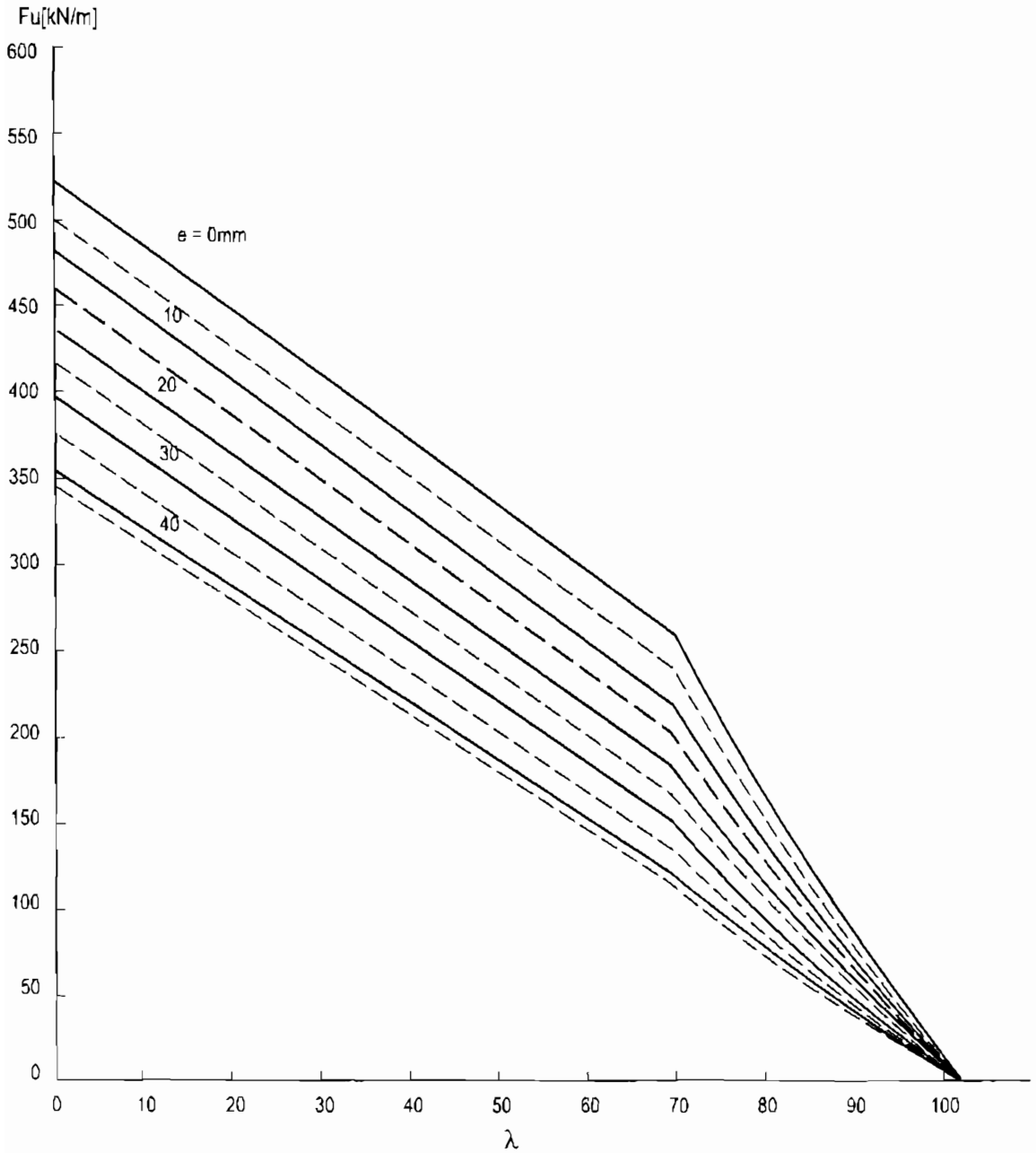
## Tải trọng đứng cho phép (40+50+90 mm)

Tường dày = 50 + 50 + 100 mm

Bán kính quán tính  $r = 64.0$  mm,

Độ lệch tâm tối đa  $e_{MAX} = 42$  mm

( $f_c = 10,5$  N/mm<sup>2</sup> ; hệ số an toàn = 3,0)





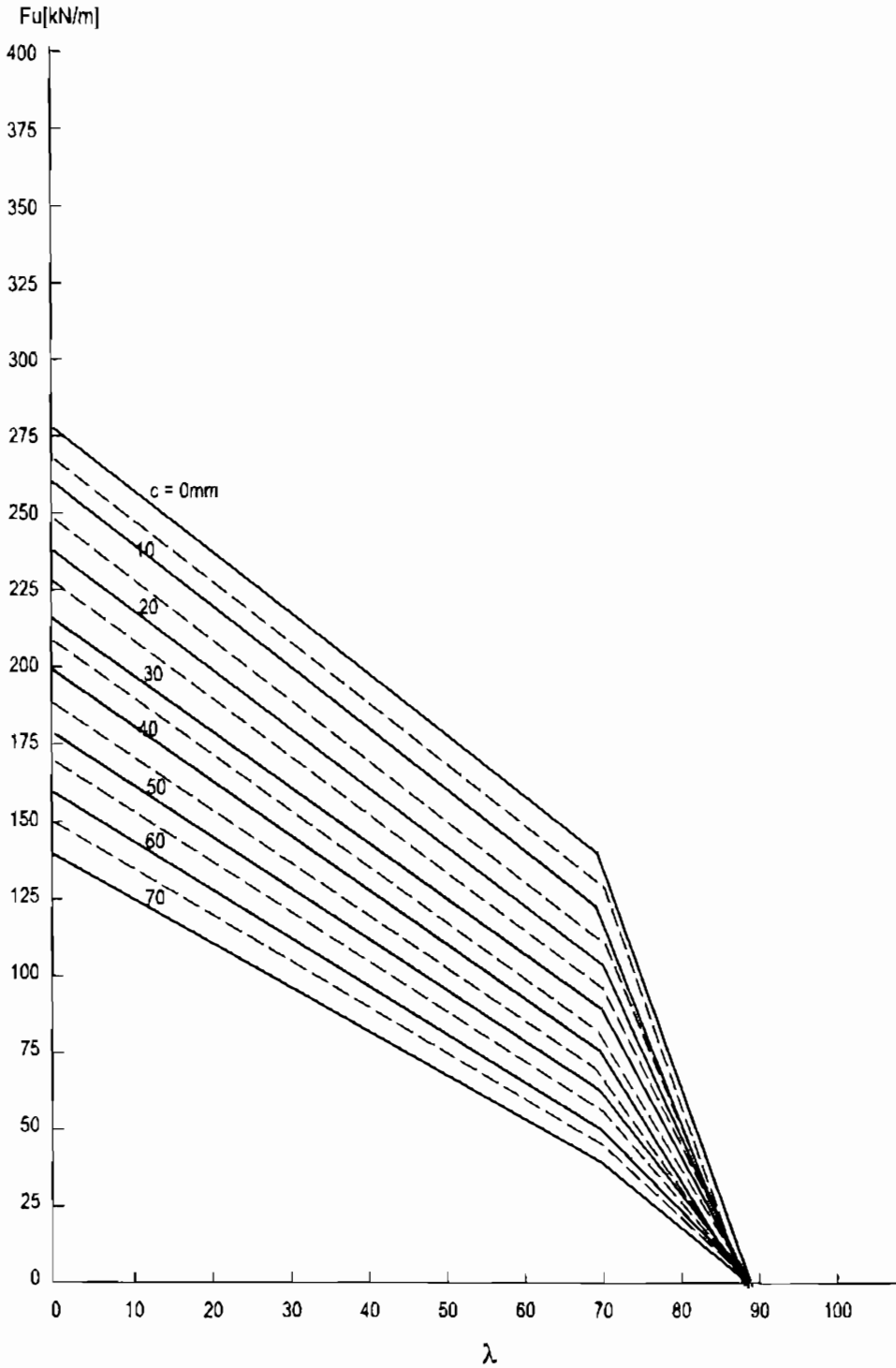
### Tải trọng đứng cho phép (50+50+100 mm)

Tường dày = 40 + 100 + 40 mm

Bán kính quán tính  $r = 70,9$  mm,

Độ lệch tâm tối đa  $e_{MAX} = 70$  mm

( $f_c = 10,5$  N/mm<sup>2</sup> ; hệ số an toàn = 3,0)



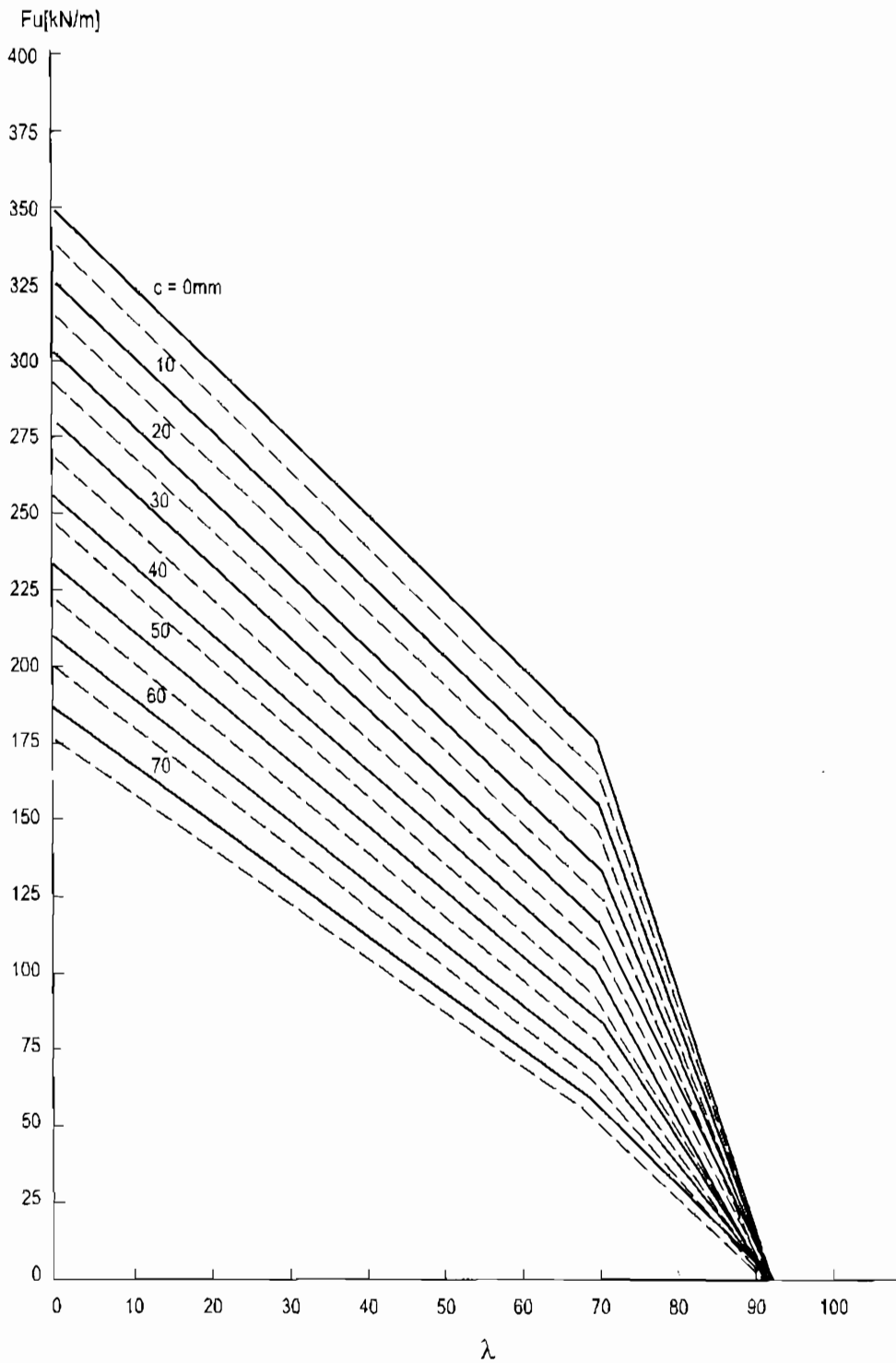
## Tải trọng đứng cho phép (40+100+40 mm)

Tường dày = 50 + 100 + 50 mm

Bán kính quán tính  $r = 74,4$  mm.

Độ lệch tâm tối đa  $e_{MAX} = 75$ mm

( $f_c = 10,5$  N/mm<sup>2</sup> ; hệ số an toàn = 3,0)

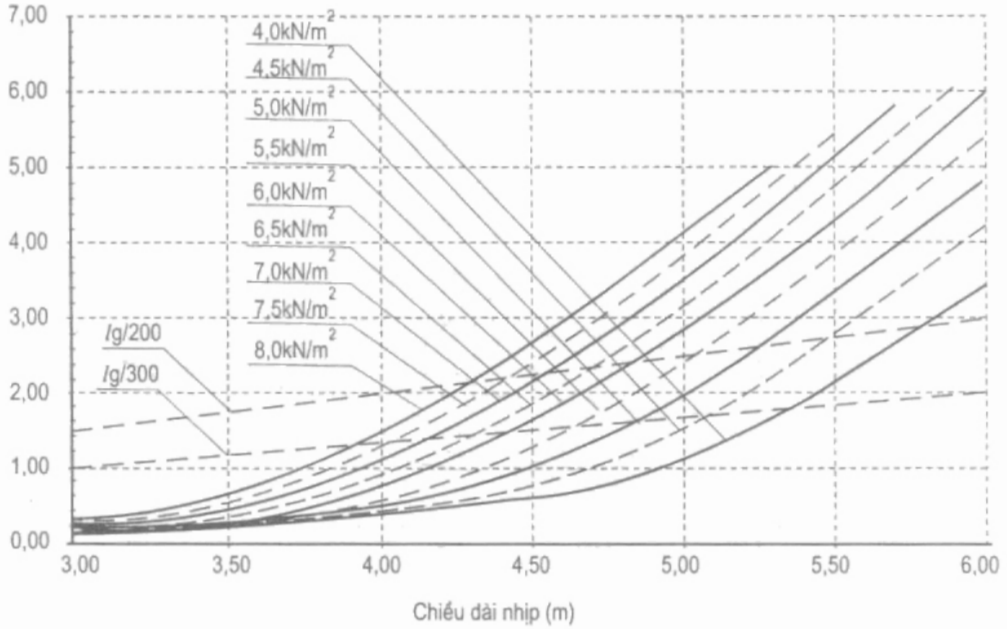


## Tải trọng đưng cho phép (50+100+50 mm)

Độ võng dài hạn (độ cố định 0/0)  
 $d = 50 + 50 + 60 \text{ mm}$ , B25, ST500



Độ võng (cm)

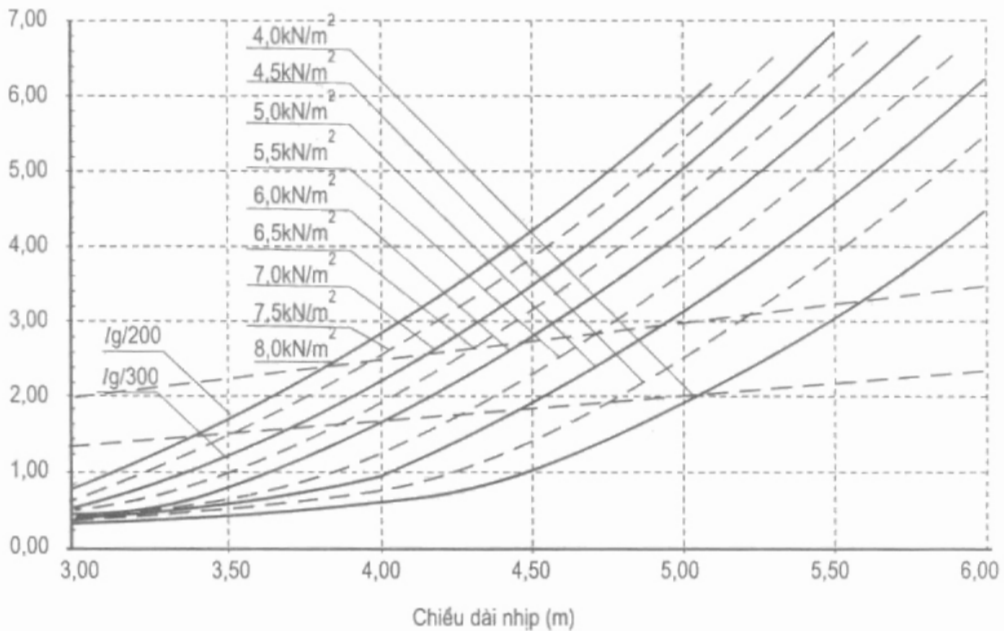


## Tấm sàn 50 + 50 + 60 mm. Độ cố định 0/0

Độ võng dài hạn (độ cố định 0,5/0)  
 $d = 50 + 50 + 60 \text{ mm}$ , B25, ST500



Độ võng (cm)

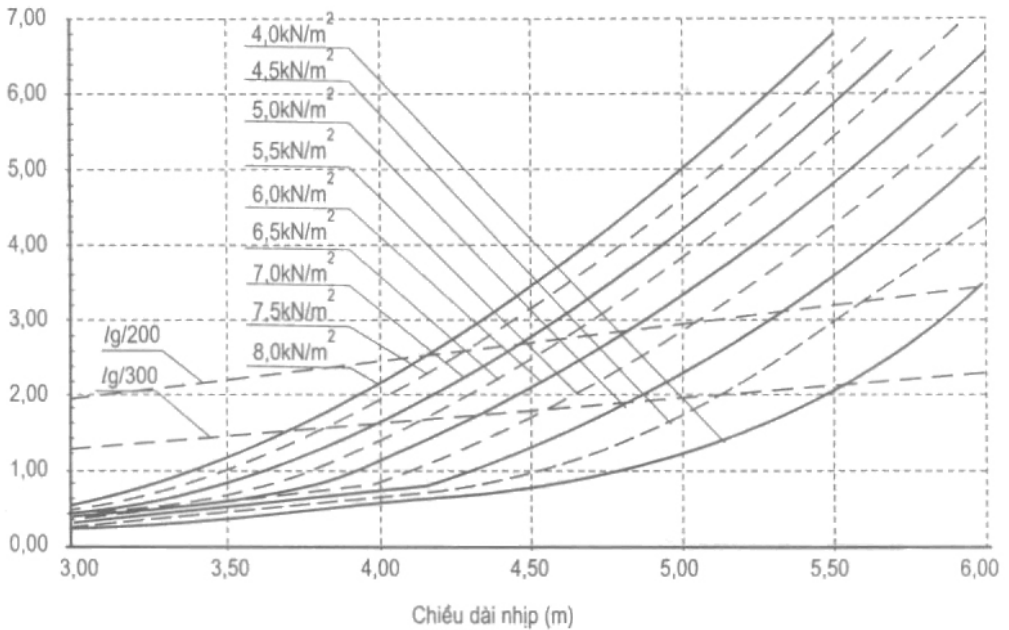


### Tấm sàn 50 + 50 + 60 mm . Độ cố định 0,5/0,5

Độ võng dài hạn (độ cố định 0,5/0,5)  
 $d = 50 + 50 + 60 \text{ mm}$ , B25, ST500



Độ võng (cm)

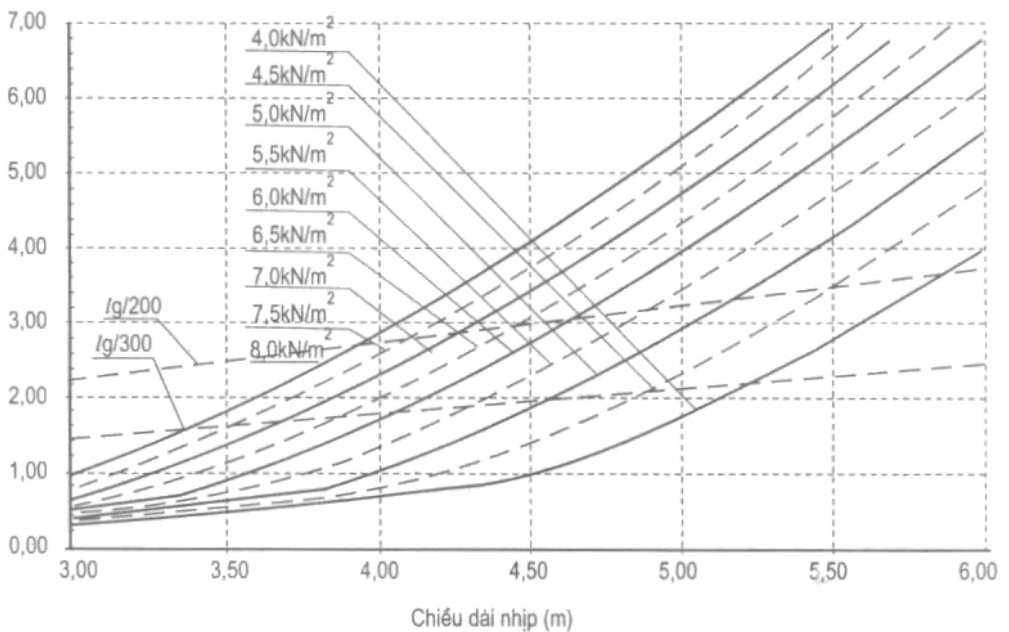


### Tấm sàn 50 + 50 + 60 mm, độ cố định 0,5/0,5

Độ võng dài hạn (độ cố định 0/0)  
 $d = 50 + 100 + 60 \text{ mm}$ , B25, ST500



Độ võng (cm)



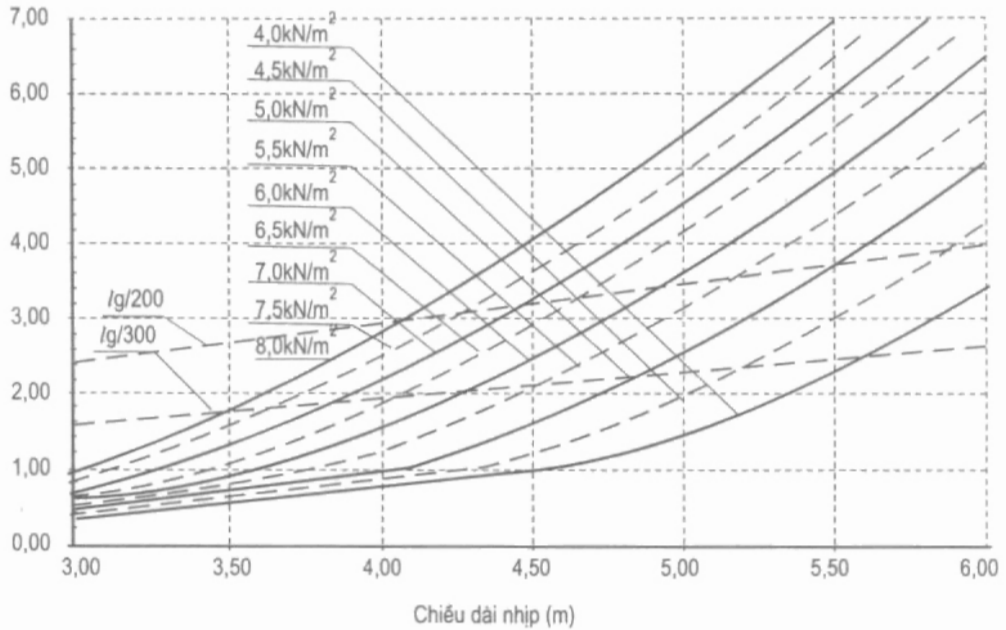
## Tấm sàn 50 + 100 + 60 mm, độ cố định 0/0

Độ võng dài hạn (độ cố định 0,5/0)

$d = 50 + 100 + 60$  mm, B25, ST500



Độ võng (cm)



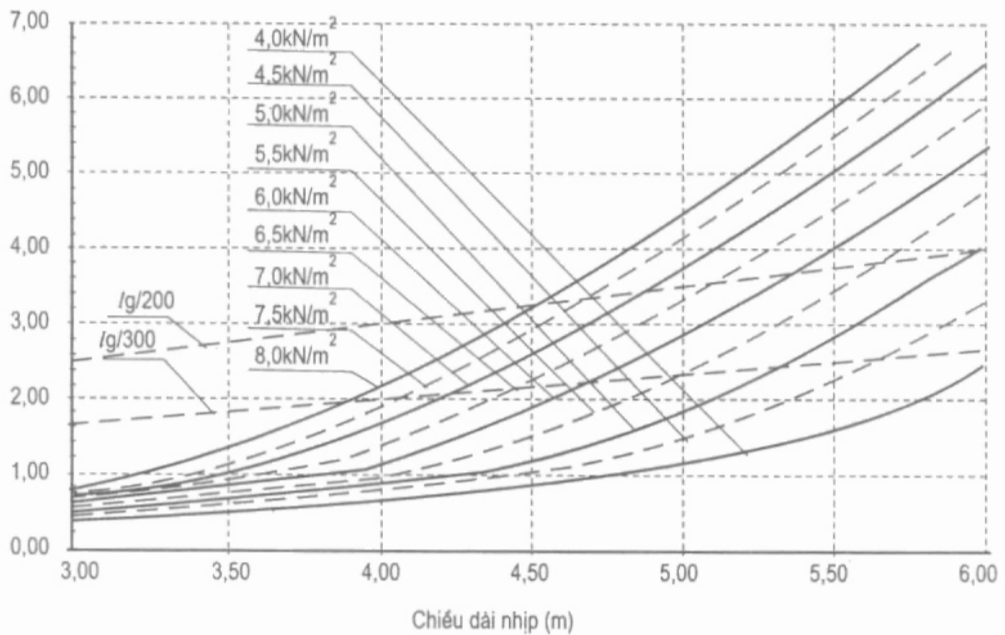
## Tấm sàn 50 + 100 + 60mm, độ cố định 0,5/0

Độ võng dài hạn (độ cố định 0,5/0,5)

$d = 50 + 100 + 60$  mm, B25, ST500



Độ võng (cm)



**Tấm sàn 50 + 100 + 60 mm, độ cố định 0,5/0,5**

W28	Fc	t03
	[kG/cm <sup>2</sup> ]	[kG/cm <sup>2</sup> ]
B15	10.5	2.0
B20	14.5	2.5
B25	17.5	3.0
B30	20.0	3.5
B35	23.0	4.0
B45	27.0	5.0
B55	30.0	6.0

**Tấm 3D dùng trong xây dựng - Phần 1: Qui định kỹ thuật***3D construction panels - Part 1: Specifications*

TCVN 7575-1÷3 : 2007 do Tiểu ban kỹ thuật Tiêu chuẩn TCVN/TC71/SC4 Cấu kiện bê tông cốt thép biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

TCVN 7575 : 2007 với tên gọi chung Tấm 3D dùng trong xây dựng, gồm ba phần: phần 1: Qui định kỹ thuật ; phần 2: Phương pháp thử ; phần 3: Hướng dẫn lắp dựng

**1. Phạm vi áp dụng**

Tiêu chuẩn này qui định vật liệu chế tạo, kích thước cơ bản, yêu cầu kỹ thuật và việc ghi nhãn, bảo quản và vận chuyển tấm 3D tiền chế dùng làm sàn và tường chịu lực công trình xây dựng mới và/hoặc cải tạo các công trình dân dụng và công nghiệp.

**2. Tài liệu viện dẫn**

Các tài liệu viện dẫn sau là cần thiết khi áp dụng tiêu chuẩn. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm ban hành thì áp dụng bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm ban hành thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả bản sửa đổi (nếu có).

TCVN 5592 : 1991 Bê tông nặng - Yêu cầu bảo dưỡng độ ẩm tự nhiên.

TCVN 7575-2 : 2007 Tấm 3D dùng trong xây dựng - Phần 2: Phương pháp thử.

TCVN 7575-3 : 2007 Tấm 3D dùng trong xây dựng - Phần 3: Hướng dẫn lắp dựng.

ASTM C 578 - 01 Standard Specification for Rigid, Cellular Polystyrene Thermal Insulation (Tiêu chuẩn qui định kỹ thuật đối với vật liệu cách nhiệt cứng xốp polystyren).

TCXD 149 : 1986 Bảo vệ công trình xây dựng khỏi bị ăn mòn.

TCXDVN 356 : 2005 Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế.

**3 Thuật ngữ, định nghĩa**

Các thuật ngữ sử dụng trong tiêu chuẩn này được định nghĩa như sau:

**3.1. Tấm 3D dùng trong xây dựng (3D construction panel)**

Tấm vật liệu tiền chế có cấu tạo gồm một khung thép hàn không gian ba chiều tạo độ cứng vững và truyền lực cắt theo môđun xác định, ở giữa có lõi xốp polystyren (EPS) cách âm cách nhiệt (chứa phủ bê tông), dùng để chế tạo cấu kiện 3D.

**3.2. Cấu kiện 3D (3D construction element)**

Tấm 3D (3.1) với kích thước xác định, đã được phun phủ bê tông hai mặt theo thành phần cấp phối xác định (3.6) và bảo dưỡng trong điều kiện thời gian và nhiệt độ xác định để đạt cường độ thiết kế.

### 3.3. Lưới thép (cover mesh)

Thép sợi có đường kính xác định, được kéo nguội từ thép các bon có đường kính lớn hơn tạo ứng suất kéo căng và được hàn thành tấm lưới mắt cáo hình vuông với kích thước xác định.

### 3.4. Thép giằng chéo (diagonal truss wires)

sợi có đường kính xác định, được kéo nguội từ thép các bon có đường kính lớn hơn tạo ứng suất kéo căng, được hàn xuyên chéo qua lớp xốp polystyren EPS (3.5) và định vị với lưới thép (3.3) với mật độ thanh xác định.

### 3.5. Lớp lõi xốp polystyren (EPS) (core of Expanded Polystyrene System)

Lớp lõi xốp polystyren, có khối lượng thể tích xác định, đảm bảo cách âm, cách nhiệt và không bắt cháy.

### 3.6. Bê tông phun phủ (shotcrete)

Bê tông cốt liệu nhỏ với thành phần cấp phối xác định, được phun phủ trên hai bề mặt lưới thép của tấm 3D và được bảo dưỡng trong điều kiện và thời gian xác định để đạt được cường độ theo thiết kế.

## 4. Cấu tạo và vật liệu

### 4.1. Cấu tạo

Tấm 3D có cấu tạo gồm một lớp xốp polystyren (EPS) (3.5) ở giữa, hai lớp lưới thép (3.3) song song hai bề mặt tấm và những thanh thép (3.4) xuyên chéo qua lớp xốp polystyren (EPS)(3.5) theo mô đun xác định, liên kết vững chắc với lưới thép bằng công nghệ hàn điểm tức thời (xem Phụ lục A).

### 4.2. Yêu cầu về vật liệu

#### 4.2.1. Lớp lõi xốp polystyren (EPS)

Lớp lõi xốp (EPS) được làm từ vật liệu polystyren có khối lượng thể tích từ 10 kg/m<sup>3</sup> đến 15 kg/m<sup>3</sup> theo ASTM C 578 – 01, đảm bảo tính cách âm, cách nhiệt và không bắt cháy.

#### 4.2.2. Thép lưới

Thép sợi, đường kính từ 3 mm đến 5 mm với sai lệch  $\pm 0,2$  mm, được kéo nguội từ thép các bon thường với hàm lượng các bon nhỏ hơn 0,15 %.

Giới hạn chảy của thép sợi làm thép lưới không nhỏ hơn 500 MPa và độ bền kéo không nhỏ hơn 550 MPa.

sợi được hàn thành lưới thép với kích thước các ô lưới là 50 mm  $\times$  50 mm, 80 mm  $\times$  80 mm hoặc 100 mm  $\times$  100 mm theo thiết kế.

#### 4.2.3. Thép giằng chéo



Thép sợi, đường kính từ 3 mm đến 5 mm với sai lệch  $\pm 0,2$  mm, được kéo nguội từ thép các bon thường với hàm lượng các bon nhỏ hơn 0,15 %.

Giới hạn chảy của thép sợi làm thép giằng chéo không nhỏ hơn 500 MPa và độ bền kéo không nhỏ hơn 700 MPa.

Thép giằng chéo phải được bảo vệ chống gỉ.

Tùy theo mô đun thiết kế, mật độ thép giằng chéo bằng từ 100 đến 200 thanh trên một mét vuông.

#### 4.2.4. Bê tông phun phủ

Bê tông phun phủ trên hai bề mặt tấm 3D phải đạt cấp bê tông không nhỏ hơn C15 theo TCXDVN 356 : 2005. Chiều dày lớp bê tông tính từ lưới thép trở ra theo qui định của thiết kế và đảm bảo về ăn mòn theo TCXD 149 : 1986.

Vật liệu và phương pháp chế tạo bê tông theo TCVN 7575-3 : 2007.

### 5. Kích thước cơ bản và sai lệch kích thước cho phép

Kích thước cơ bản và sai lệch kích thước tấm 3D qui định trong Bảng 1.

**Bảng 1 – Kích thước cơ bản và sai lệch kích thước cho phép**

*Kích thước tính bằng milimét*

Kích thước cơ bản	Mức	Sai lệch
1. Chiều dài tấm 3D <sup>1)</sup>	—	$\pm 1$ %
2. Chiều rộng tấm 3D	1 000	$\pm 3$
	1 200	
3. Chiều dày lớp lõi xốp (EPS)	Từ 30 đến 100	$\pm 1$
4. Chiều dày tấm 3D (khoảng cách giữa hai lớp lưới thép, tính từ phía ngoài sợi thép)	50, 75, 100, 125 và 150	$\pm 1$
5. Số lượng thanh thép giằng chéo trên 1 mét vuông tấm, không nhỏ hơn	tấm tường	—
	tấm sàn	
6. Khoảng cách từ lõi xốp đến lưới thép, không nhỏ hơn không lớn hơn	13	$\pm 1$
	1/2 của chiều dày lớp bê tông	

<sup>1)</sup> Tùy theo thiết kế và/hoặc yêu cầu của khách hàng.

### 6. Ký hiệu qui ước

Mỗi tấm 3D phải có ký hiệu qui ước thể hiện ít nhất các thông tin theo trình tự sau:

- Tên tấm 3D (S - tấm sàn, T - tấm tường);

- Chiều dày tấm 3D;
- Đường kính thép giằng chéo;
- Số thanh thép chéo trên 1 mét vuông tấm;
- Viên dẫn tiêu chuẩn này.

Ví dụ: Tấm sàn 3D dày 100 mm, đường kính thép giằng chéo 3,2 mm, cấu trúc gồm 200 thanh thép giằng chéo trên 1 m<sup>2</sup>, có ký hiệu như sau: 3D-S100/3,2-200 TCVN 7575-1 : 2007

## 7. Yêu cầu kỹ thuật

### 7.1. Yêu cầu đối với tấm 3D

Tấm 3D phải đảm bảo phẳng, vững chắc, theo đúng thiết kế và phù hợp điều 5. Các lưới thép không bị vênh, lớp lõi xốp polystyren (EPS) không được sút góc, cạnh. Tất cả các vị trí hàn tiếp xúc giữa thép giằng chéo và thép lưới phải đảm bảo chắc chắn.

### 7.2. Yêu cầu đối với cấu kiện 3D

#### 7.2.1. Yêu cầu về độ bền

Cấu kiện 3D (tấm 3D sau khi được phun bê tông với chiều dày và cường độ theo đúng thiết kế) phải đảm bảo độ bền chịu nén, chịu uốn theo 7.2.1.1 và 7.2.1.2, khi thử theo điều 5 của TCVN 7575-2 : 2007.

#### 7.2.1.1. Yêu cầu độ bền chịu nén

Độ bền chịu nén được đánh giá theo giá trị ứng suất thực tế đạt được lớn nhất trong tấm do tải trọng gây ra.

a) Độ bền nén: giá trị ứng suất trung bình lớn nhất ( $\sigma_R$ ) nhận được, không nhỏ hơn 95 % giá trị độ bền tính toán thiết kế và không nhỏ hơn 11 MPa.

b) Độ cứng khi nén ( $\epsilon_n$ ): độ cong tương đối của tấm ( $e/L$ ) phải nhỏ hơn hoặc bằng một nửa tỷ số giữa chiều dày và chiều cao tấm nén 3D:

$$\epsilon_n = \frac{e}{L} \leq \frac{1}{2} \frac{H}{L}$$

trong đó

e: độ cong tuyệt đối của tấm mẫu nén, tính bằng milimét;

L: chiều cao tấm mẫu nén, tính bằng milimét;

H : chiều dày tấm mẫu nén, tính bằng milimét.

#### 7.2.1.2. Yêu cầu độ bền chịu uốn

a) Độ bền chịu uốn: giá trị tải trọng phá huỷ thực tế không nhỏ hơn 95 % giá trị độ bền tính toán thiết kế.

b) Độ cứng khi uốn ( $\epsilon_u$ ): độ võng trên chiều dài nhịp uốn ( $f/L$ ) tại thời điểm tấm xuất hiện sự phát triển liên tục của độ võng khi tải trọng giữ nguyên giá trị:

$$\epsilon_u = \frac{f}{L} = \frac{1}{140} \div \frac{1}{150}$$

trong đó

f : độ võng tuyệt đối, tính bằng milimét;

L : chiều dài nhịp uốn, tính bằng milimét.

7.2.2. Yêu cầu về độ bền chịu lửa, độ cách âm không khí và độ cách nhiệt, theo Bảng 2.

**Bảng 2 – Yêu cầu về độ bền chịu lửa, độ cách âm không khí và độ cách nhiệt**

Tên chỉ tiêu	Mức
1. Độ bền chịu lửa <sup>1)</sup> , phút, không nhỏ hơn	125
2. Độ cách âm không khí <sup>1)</sup> , dB, không nhỏ hơn	42
3. Độ cách nhiệt <sup>1)</sup> , m <sup>2</sup> .K/W, không nhỏ hơn	2,02

<sup>1)</sup> Thử nghiệm khi có yêu cầu.

## 8. Phương pháp thử

Theo TCVN 7575-2 : 2007.

## 9. Ghi nhãn, bảo quản và vận chuyển

### 9.1. Ghi nhãn

Để đảm bảo nhận dạng tại hiện trường, tấm 3D khi xuất xưởng phải có nhãn đảm bảo bền trong môi trường và phiếu mô tả sản phẩm, trong đó, ít nhất ghi các thông tin sau:

Tên, tên viết tắt và/hoặc thương hiệu của nhà sản xuất;

Ký hiệu qui ước cấu tạo và các kích thước tấm 3D (theo điều 6);

Cường độ và chiều dày lớp bê tông thiết kế cho thi công (nếu có);

Tổng tin về tính năng cấu kiện 3D (nếu có).

Ngoài ra, kèm theo mỗi đơn hàng phải có hướng dẫn thi công lắp đặt của nhà sản xuất để sử dụng trong suốt quá trình thi công.

Tên, tên viết tắt và/hoặc thương hiệu của nhà sản xuất được in hoặc đóng lên lớp lõi xốp polystyren (EPS) của tấm 3D, đảm bảo bền và dễ nhận biết.

### 9.2. Bảo quản, vận chuyển

Trong mọi trường hợp, tấm 3D phải được bảo quản trong điều kiện có mái che, đảm bảo không tiếp xúc với nước và hoá chất gây ăn mòn lưới thép.

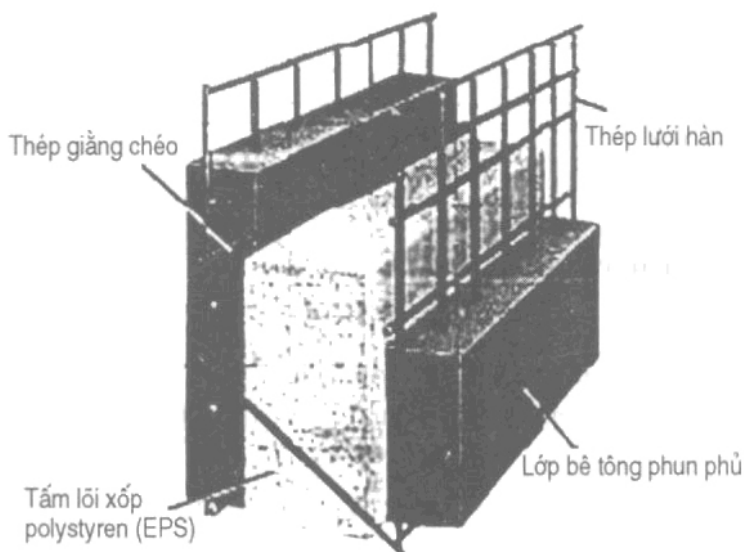
Tấm 3D phải được vận chuyển bằng các phương tiện phù hợp sao cho tấm xốp không bị nứt vỡ, các mối hàn không bị bong và lưới thép không bị cong vênh.

## Phụ lục A

(tham khảo)

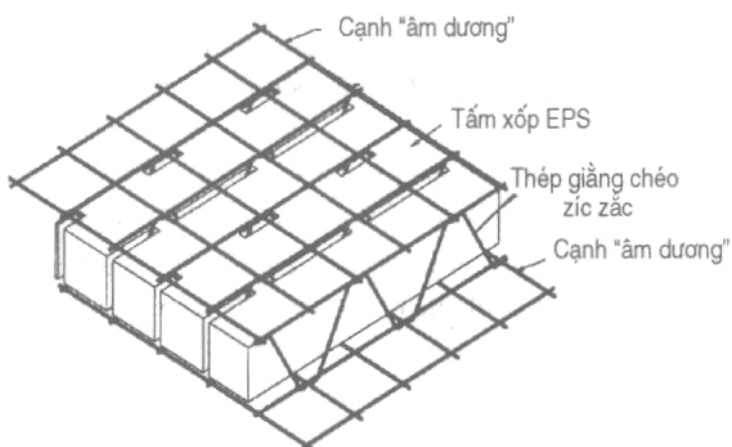
### MỘT SỐ VÍ DỤ VỀ TẤM 3D

#### A.1. Ví dụ về cấu kiện 3D có thép giằng chéo không liên tục



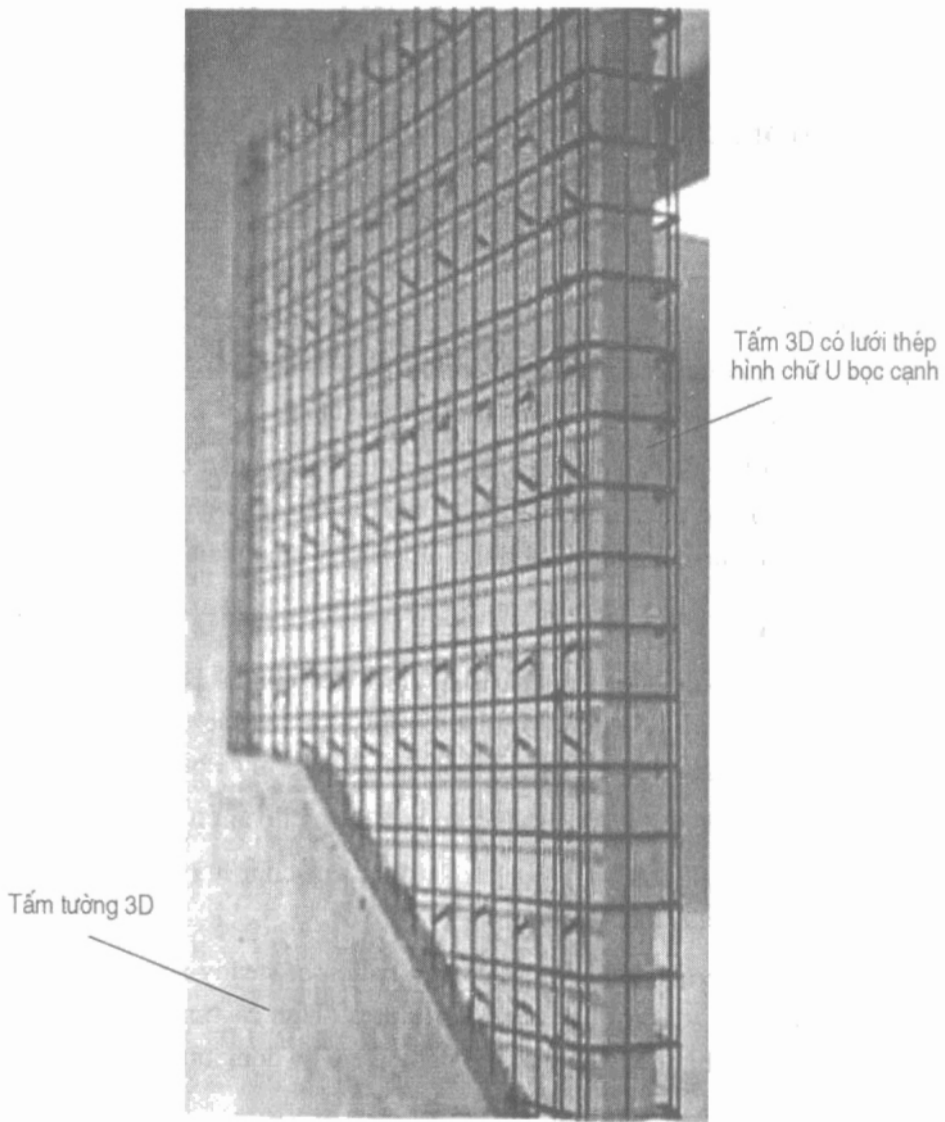
Hình A.1. Tiết diện ngang cấu kiện 3D

#### A.2. Ví dụ về tấm 3D có thép giằng chéo zíc zắc liên tục, cạnh liên kết “âm dương”



Hình A.2. Tấm 3D với các thanh giằng chéo zíc zắc liên tục, cạnh liên kết “âm dương”

**A.3. Ví dụ về tường 3D**



*Hình A.3. Mô tả tấm tường 3D*

## Tấm 3D dùng trong xây dựng - Phần 2: Phương pháp thử

### 3D construction panels - Part 2: Test method

#### 1. Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này qui định các phương pháp thử độ bền nén-uốn, độ bền chịu lửa và độ cách âm không khí của cấu kiện 3D dùng trong xây dựng.

Tiêu chuẩn này không đề cập đến các vấn đề an toàn liên quan đến phép thử. Người áp dụng tiêu chuẩn này có trách nhiệm thiết lập các qui tắc cũng như đảm bảo các thao tác an toàn, bảo vệ sức khoẻ, đáp ứng các qui định pháp lý hiện hành.

#### 2. Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau là cần thiết khi áp dụng tiêu chuẩn. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm ban hành thì áp dụng bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm ban hành thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả bản sửa đổi (nếu có).

TCVN 5592 : 1991 Bê tông nặng - Yêu cầu bảo dưỡng độ ẩm tự nhiên.

TCXDVN 342 : 2005 (ISO 834-1) Thử nghiệm chịu lửa - Các bộ phận kết cấu của ngôi nhà - Phần 1: Yêu cầu chung.

ISO 8301 : 1991 Thermal isolation – Determination of steady-state thermal resistance and related properties - Heat flow meter Apparatus (Tính cách nhiệt - Xác định độ bền ổn định nhiệt và các chỉ tiêu liên quan - Phương pháp đo dòng nhiệt).

#### 3. Kiểm tra kích thước tấm 3D

Sử dụng thước cặp, có thang chia chính xác đến 0,1 mm, để đo các kích thước: đường kính thép sợi, kích thước các ô lưới, khoảng cách từ xấp đến lưới thép phủ và chiều dày tấm 3D.

Sử dụng thước kim loại, có thang chia chính xác đến 1 mm để đo các kích thước chiều dài lớp xấp, chiều dài và chiều rộng tấm 3D.

#### 4. Xác định độ cách nhiệt cấu kiện 3D

Theo ISO 8301 : 1991.

#### 5. Xác định độ bền cấu kiện 3D

##### 5.1. Quy định chung

##### 5.1.1. Giải thích một số thuật ngữ

- 5.1.1.1. Thí nghiệm gia tải tĩnh: thí nghiệm bằng cách chất tải trọng từ từ (từng cấp nhỏ) lên đối tượng thí nghiệm để xác định mối tương quan giữa các giá trị thực tế và giá trị thiết kế của độ bền, độ cứng.
- 5.1.1.2. Biến dạng tương đối: độ co giãn trên một đơn vị chiều dài của thứ vật liệu trong đối tượng thí nghiệm khi chịu tác dụng của tải trọng.
- 5.1.1.3. Độ võng: độ dịch chuyển tương đối của một điểm trên đối tượng thí nghiệm do tải trọng gây ra so với dịch chuyển của các gối tựa theo phương thẳng đứng.
- 5.1.1.4. Độ võng dư: độ võng còn lại của kết cấu sau 24 giờ dỡ hoàn toàn tải trọng tác dụng.
- 5.1.1.5. Độ cong: độ lệch của trục tiết diện ngang giữa tấm nén khí chịu tải so với trục ban đầu của chính tiết diện đó.
- 5.1.1.6. Độ nở ngang: độ biến dạng ngang lớn nhất của tiết diện ngang giữa tấm nén so với tiết diện ban đầu của chính nó khi chịu tải.
- 5.1.1.7. Tải trọng kiểm tra: giá trị tải trọng dùng để đánh giá khả năng làm việc của cấu kiện theo kết quả thí nghiệm bằng gia tải tĩnh.
- Tải trọng kiểm tra được phân ra:
- tải trọng kiểm tra độ bền là tải trọng ứng với khi cấu kiện mất khả năng chịu lực;
- Tải trọng kiểm tra độ cứng là tải trọng ứng với tỷ lệ độ võng (hay độ lệch tâm) trên chiều dài làm việc của cấu kiện đã định sẵn.
- 5.1.2. Yêu cầu chung về thử nghiệm độ bền nén, bền uốn
- 5.1.2.1. Thực hiện thí nghiệm tải trọng tác dụng tĩnh nhằm xác định, đánh giá các chỉ tiêu về độ bền và độ cứng của cấu kiện 3D được chế tạo theo thiết kế.
- Đánh giá độ bền, độ cứng của cấu kiện được thực hiện trên cơ sở so sánh giá trị phá huỷ của tải trọng, của độ nở ngang và của độ võng thực tế thí nghiệm nhận được với các giá trị tương ứng của thiết kế.
- 5.1.2.2. Mẫu thí nghiệm
- a) Số lượng mẫu thí nghiệm được lấy theo quy định của tiêu chuẩn hoặc theo yêu cầu thiết kế cho từng loại sản phẩm và không ít hơn 3 cấu kiện.
- Mẫu thí nghiệm được lấy ngẫu nhiên, cùng loại, cùng mã số trong lô sản phẩm và theo quy định của thiết kế.
- b) Kích thước mẫu thí nghiệm: mẫu thí nghiệm thử cường độ chịu nén, chịu uốn được chọn từ cấu kiện 3D chế tạo sẵn hoặc của tấm 3D được chế tạo theo đúng thiết kế để sử dụng.
- Các mẫu thí nghiệm có các kích thước phổ biến sau:

Chiều dài mẫu uốn hay chiều cao mẫu nén lấy bằng chiều dài tấm sản phẩm, thông thường  $L = 3\ 000\text{ mm}$ ;

Chiều rộng mẫu thí nghiệm bằng chiều rộng cấu kiện 3D, thông thường  $B = (1000 \div 1\ 200)\text{ mm}$ ;

Chiều dày của mẫu thử lấy bằng chiều dày (H) của cấu kiện 3D (xem Hình 1).

Cấu kiện 3D thường được sản xuất với những chiều dày hoàn thiện sau đây: 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200 và 220 mm.

- c) Chiều dày của hai lớp bê tông chịu lực: chiều dày của hai lớp vật liệu bê tông lưới thép chịu lực của mẫu thí nghiệm được xác định theo yêu cầu của thiết kế tính toán.

**Chú thích:** Các chiều dày thông thường là:  $[(2 \times 25); (2 \times 30); (2 \times 35); (2 \times 40); (2 \times 50)]$  và  $(40 + 60)$  mm.

- e) Hệ thanh giằng chéo: kích thước và số lượng thanh giằng chéo trong kết cấu tấm được bố trí theo yêu cầu của thiết kế hay theo công nghệ sản xuất tấm 3D.
- f) Tuổi mẫu: Các cấu kiện dùng làm mẫu thí nghiệm phải có độ tuổi từ 25 đến 31 ngày.

#### 5.1.2.3. Tải trọng thí nghiệm

- a) Tải trọng thí nghiệm: là lực đặt lên đối tượng thí nghiệm, phải phù hợp với sơ đồ và tiêu chuẩn dùng để thiết kế đối tượng thử nghiệm. Đối với các thí nghiệm thử cường độ cấu kiện 3D, tải trọng thí nghiệm thường có tác dụng tĩnh theo các hình thức: tập trung hay phân bố đều. Giá trị tải trọng tác dụng được phân chia thành nhiều cấp nhỏ, mà giá trị các cấp không bắt buộc phải chia đều như nhau.
- b) Chất tải trọng: tải trọng tác dụng lên kết cấu thử nghiệm có thể thực hiện trên máy ép thủy lực, kích thủy lực. Tải trọng thí nghiệm được tăng dần theo từng cấp. Quá trình gia tải phải thực hiện từ từ, nhẹ nhàng, không gây rung động kết cấu và dụng cụ đo. Sau mỗi cấp phải duy trì thời gian giữ tải.
- c) Thời gian giữ tải: sau mỗi cấp tải trọng tác dụng thường phải được giữ nguyên giá trị tải trọng cấp đó kéo dài trong thời gian không ít hơn 5 phút. Theo dõi sự biến động và đo lường đại lượng của các yếu tố khảo sát.
- e) Tải trọng phá hủy: là tải trọng thí nghiệm cuối cùng mà mẫu thử có thể tiếp nhận được sau thời gian giữ tải ở cấp đó.

#### 5.1.2.4. Đo lường tham số khảo sát

- a) Đo tải trọng: giá trị tải trọng thí nghiệm được xác định bởi đồng hồ đo áp lực với sai số không lớn hơn 1 % giá trị cần đo.
- b) Đo biến dạng tương đối: đo độ co giãn trên một đơn vị dài của thứ vật liệu của đối tượng khảo sát bằng các đồng hồ đo dịch chuyển có cấp chính xác 0,01 - 0,001.



- c) Đo độ cong, độ nở ngang, độ võng: đo độ cong, độ nở ngang và độ võng, bằng các thiết bị đo chuyển vị có cấp chính xác 0,1 - 0,01.

#### 5.1.2.5. Cách tiến hành

- a) Chuẩn bị thí nghiệm: sơ đồ thí nghiệm và tạo tải trọng cần phải tuân thủ theo tiêu chuẩn, hồ sơ thiết kế và cần lựa chọn sao cho phù hợp với sơ đồ làm việc thực tế của cấu kiện 3D và để thí nghiệm cấu kiện đạt được các trạng thái giới hạn cần kiểm tra.
- b) Gia tải trọng thử: thí nghiệm được bắt đầu bởi việc gia tải thử một, hai cấp đầu tiên để kiểm tra sự ổn định của hệ thống thí nghiệm và sự làm việc bình thường của các thiết bị đo. Sau đó dỡ tải về giá trị ban đầu.
- c) Gia tải trọng thí nghiệm: thí nghiệm được tiến hành bằng cách gia tải trọng thí nghiệm đúng quy định; tức là theo từng cấp, sau mỗi cấp tải phải có thời gian giữ tải không dưới 5 phút. Ở các cấp tải cuối cùng, sau mỗi cấp tải phải chờ cho đến khi các số đo giá trị các tham số khảo sát trên thiết bị đo ổn định mới được phép chất cấp tải tiếp theo.
- e) Giữ tải trọng: trong thời gian giữ tải trọng sau mỗi cấp tải cần tiến hành quan sát tổng thể thí nghiệm, ghi chép và đánh dấu quá trình diễn biến của mẫu thử (sự xuất hiện các sự cố hư hỏng cục bộ, khuyết tật, vết nứt...) và đọc ghi các số liệu thí nghiệm.
- f) Việc gia tải cần được thực hiện cho đến khi xuất hiện các dấu hiệu bị phá huỷ (không còn khả năng chịu lực) được nêu ở 3.4.4.
- g) Quá trình tiến hành thí nghiệm cần tuân thủ các đòi hỏi về đảm bảo an toàn nói chung và cụ thể đối với từng loại thí nghiệm.

#### 5.1.2.6. Báo cáo kết quả

Kết quả thí nghiệm cấu kiện 3D được trình bày theo hai yếu tố đặc trưng:

- a) Các giá trị tải trọng đặc trưng:

giá trị tải trọng tương ứng với độ võng hoặc độ nở ngang lớn nhất cho phép, nhằm để xác định giá trị tải trọng sử dụng;

giá trị tải trọng phá huỷ, nhằm để xác định hệ số an toàn.

- b) Mối quan hệ (quy luật) biến thiên giữa tải trọng tác dụng và các tham số khảo sát (biến dạng dọc tương đối, độ nở ngang, độ võng...), cần được trình bày dưới dạng đồ thị và các bảng số liệu.

### 5.2. Thí nghiệm nén cấu kiện 3D

#### 5.2.1. Mẫu thí nghiệm

Số lượng và cấu tạo mẫu thí nghiệm được lấy theo 5.1.2.2, trong đó :

chiều cao mẫu là chiều dài mẫu cấu kiện (L), thường là 3 000 mm;

chiều rộng mẫu bằng chiều rộng cấu kiện (B) và bằng 1 000 mm ÷ 1 200 mm;

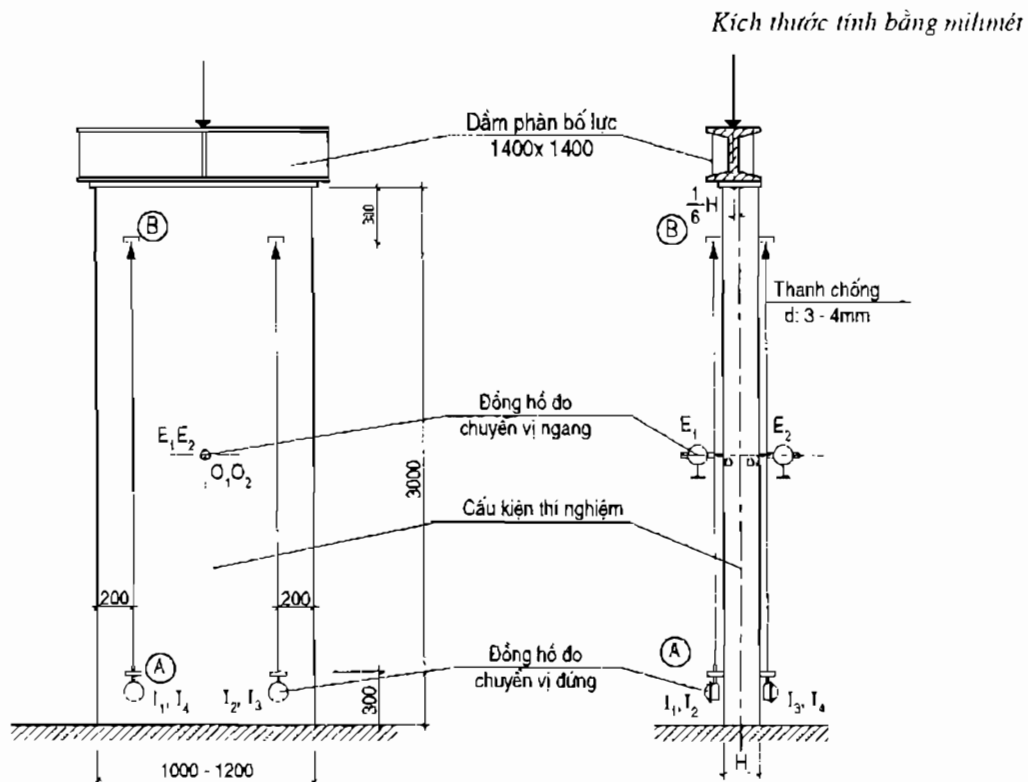
chiều dày mẫu (H) lấy theo yêu cầu của thiết kế và chế tạo. Đối với mẫu tấm tường, chiều dày mẫu sau khi hoàn thiện thông thường có các kích thước sau: 80, 100, 120, 140, 160, 180 và 200 mm.

## 5.2.2. Thiết bị thí nghiệm

5.2.2.1. Sơ đồ thí nghiệm nén cấu kiện 3D trình bày trên Hình 1.

5.2.2.2. Các thiết bị gia tải phải đảm bảo khả năng truyền tải trọng thí nghiệm một cách đồng đều và đầy đủ lên mẫu thử theo đúng sơ đồ đã định. Phương pháp tạo tải có thể trực tiếp trên các máy nén thủy lực hoặc trên hệ tạo tải bằng các kích thủy lực có công suất tối đa không vượt quá  $(2\ 000 \pm 2)$  kN. Lực nén truyền đến mẫu thử qua một dầm thép cứng để tạo tải trọng phân bố đều. Khi thí nghiệm, mặt phẳng tác dụng lực đặt lệch với mặt phẳng trung gian của tấm khi thí nghiệm với khoảng cách bằng một phần sáu chiều dày tấm.

5.2.2.3. Đo lực tác dụng bằng đồng hồ đo áp lực, đảm bảo độ chính xác:  $\pm 0,001$ .



**Hình 1:** Sơ đồ thí nghiệm nén cấu kiện 3D

5.2.2.4. Đo biến dạng dọc tương đối bằng các đồng hồ đo độ dịch chuyển có giá trị vạch đo 0,01 mm. Để khảo sát biến dạng dọc tương đối của cấu kiện 3D làm tường cần bố trí 4 thiết bị đo biến dạng  $I_1, I_2, I_3$  và  $I_4$  trên hai bề mặt cấu kiện tại các vị trí cách các mép biên đứng tấm (200 ÷ 250) mm như Hình 1.

Các thiết bị đo biến dạng dọc tấm có cấu tạo cụ thể như sau :

Điểm A (cách biên dưới của cấu kiện 300 mm) và điểm B (cách biên trên của cấu kiện 300 mm) nằm trên một đường thẳng đứng, gắn cố định hai chi tiết kim loại để làm các gối tựa cố định, cách nhau  $L = 2\ 400$  mm. Trên gối B lắp 1 đồng hồ đo chuyển vị có giá trị vạch đo 0,01 mm. Dùng một thanh kim loại một đầu nhọn, thẳng và cứng có đường kính  $d$  bằng  $(4 \div 6)$  mm và chiều dài ngắn hơn khoảng cách hai gối A, B từ 15 đến 20 mm. Chiều dài cụ thể của thanh chống khoảng  $2\ 380$  mm  $\div$   $2\ 385$  mm, chống đầu nhọn vào chi tiết gối A và đầu bằng vào mút thanh truyền động của đồng hồ đo (có thể dùng một vài điểm tựa tự do trung gian để thanh chống đứng ổn định).

Với cấu tạo như đã trình bày, khi chiều dài chuẩn đo  $l = 2\ 400$  mm thì giá trị một vạch đo trên đồng hồ chuyển vị sẽ cho một giá trị biến dạng tương đối là  $4,1 \times 10^{-6}$ .

5.2.2.5. Đo độ cong và độ nở ngang bằng các đồng hồ đo chuyển vị có giá trị vạch đo 0,01 mm. Khi đo độ cong và độ nở ngang của cấu kiện 3D, dùng hai đồng hồ đo chuyển vị  $E_1$  và  $E_2$  được lắp trên những giá cố định nằm ngoài tấm tường; hai đồng hồ này sẽ tiến hành đo độ dịch chuyển hai tâm điểm  $O_1$ ,  $O_2$  của hai bề mặt tấm theo phương ngang; vì thế cần phải bố trí chúng sao cho thanh truyền động các đồng hồ đo có đầu mút tiếp xúc với điểm đo và trục thanh phải trùng với hướng chuyển vị ngang của hai bề mặt tấm tường. (Xem hình 1).

5.2.3. Cách tiến hành

5.2.3.1. Việc gia tải thí nghiệm nén cấu kiện 3D phải tuân thủ sơ đồ (hình 1) và quy trình tác dụng tải trọng trong 5.2 của tiêu chuẩn này hoặc theo quyết định của thiết kế đưa ra.

5.2.3.2. Tải trọng thí nghiệm được tăng theo từng cấp; sự phân chia giá trị các cấp tải thí nghiệm không bắt buộc như nhau: trong giai đoạn đối tượng làm việc đàn hồi giá trị cấp tải có thể lớn và giá trị cấp tải nhỏ dần khi đối tượng làm việc ngoài giới hạn đàn hồi. Khi nén cấu kiện tấm tường giá trị mỗi cấp thường trong khoảng  $(1/10 - 1/12)$  giá trị tải trọng tính toán phá huỷ.

5.2.3.3. Thời gian giữ tải mỗi cấp không dưới 5 phút đối với các cấp tải thấp, không dưới 10 phút đối với các cấp tải lớn và ở những cấp tải cuối cùng cần phải chờ cho các số đọc trên các dụng cụ đo ổn định mới chất cấp tải tiếp theo.

5.2.3.4. Trong thời gian giữ tải cần quan sát cẩn thận các biến động của cấu kiện thí nghiệm: sự xuất hiện các vết nứt dọc, sự bóc tách vật liệu trên bề mặt tấm, tốc độ nở ngang, độ cong lệch... của cấu kiện tấm tường.

5.2.3.5. Trong quá trình thí nghiệm nén cấu kiện tấm tường 3D cần phải ghi lại các số liệu khảo sát sau:

Giá trị tải trọng, giá trị biến dạng dọc tấm (chỉ thị trên 4 dụng cụ đo  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  và  $I_4$ ) và giá trị chuyển vị ngang ở trung tâm tấm (chỉ thị trên hai dụng cụ đo

$E_1$  và  $E_2$ , Hình 1) tương ứng với từng cấp tải. Đặc biệt là các cấp tải tương ứng với các giá trị đặc trưng như: tải trọng sử dụng, tải trọng thiết kế, tải trọng hình thành vết nứt ...

Giá trị tải trọng phá huỷ tấm được xác định tương ứng với quy định trong 5.1.2.3 e). Sự phá huỷ được thể hiện theo các đặc trưng sau:

- + mất khả năng chịu lực;
- + số liệu trên các dụng cụ đo bị trôi nhanh liên tục;
- + vết nứt trên bề mặt phát triển nhanh;
- + bê tông bị phá vỡ bóc tách;
- + tải trọng giảm đột ngột.

Ghi chép và mô tả chi tiết quá trình và hình thái phá huỷ cấu kiện.

#### 5.2.4. Báo cáo kết quả

Kết quả thí nghiệm nén cấu kiện 3D dùng làm tường (tấm mẫu nén) được trình bày theo 5.1.2.6 của tiêu chuẩn này; đồng thời phải đáp ứng các đòi hỏi cụ thể đối với thí nghiệm nén cấu kiện 3D gồm:

##### 5.2.4.1. Trình bày số liệu thí nghiệm: các số liệu thu nhận được từ quá trình thí nghiệm cần được báo cáo đầy đủ dưới dạng các bảng sau:

Bảng số liệu các đặc trưng cấu tạo hình học; ngày tiến hành thí nghiệm; giá trị tải trọng cực đại (phá huỷ), tải trọng hình thành vết nứt và ghi chú các điều đặc biệt xảy ra trên các tấm mẫu nén;

Toàn bộ các số liệu đo đạc trên các thiết bị đo biến dạng tương đối  $I_1, I_2, I_3$  và  $I_4$  và trên các thiết bị đo chuyển vị ngang  $E_1$  và  $E_2$  trong quá trình khảo sát thực nghiệm tấm mẫu nén.

##### 5.2.4.2. Tính toán số liệu thí nghiệm

Độ nở ngang: là độ phình ( $r$ ) lớn nhất, tính bằng milimét, của tiết diện giữa tấm mẫu nén tương ứng với tải trọng phá huỷ so với tiết diện tấm mẫu nén ban đầu, được xác định như sau:

$$r = \sum_{i=1}^n \Delta r_i = \frac{1}{H} \sum_{i=1}^n (e_1 + e_2)_i \cdot 10^{-2}$$

Độ cong: là độ lệch ( $e$ ) lớn nhất, tính bằng milimét, của trục tiết diện giữa tấm mẫu nén tương ứng với tải trọng phá huỷ so với trục tấm mẫu nén ban đầu, được xác định như sau:

$$e = \sum_{i=1}^n \Delta e_i = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (e_1 + e_2)_i \cdot 10^{-2}$$

trong đó:

$(e_1, e_2)_i$ : giá trị dịch chuyển tại các điểm  $O_1$  và  $O_2$  theo phương ngang tương ứng với cấp tải thứ  $i$  của tám mẫu nén trên hai đồng hồ đo  $E_1$  và  $E_2$ , tính bằng milimét;

$\Delta r_i, \Delta e_i$ : độ nở ngang của tiết diện giữa và độ lệch trục của tám mẫu nén tương ứng với cấp tải thứ  $i$ , tính bằng milimét;

$n$ : số cấp tải thí nghiệm đạt được;

$H$ : chiều dày tám mẫu nén, tính bằng milimét.

#### 5.2.4.3. Báo cáo kết quả thí nghiệm

Kết quả thí nghiệm nén mẫu cấu kiện 3D được thể hiện trong các bảng số và các đồ thị sau:

Bảng các số liệu kết quả tính toán các giá trị trung bình của các cặp  $(I_1 + I_2)$  và  $(I_3 + I_4)$  với đồ thị biểu diễn quan hệ “tải trọng - biến dạng dọc” của tám mẫu thí nghiệm.

Bảng số liệu kết quả tính toán độ nở ngang từ các số liệu của  $E_1$  và  $E_2$  cùng với đồ thị biểu diễn quan hệ “tải trọng - độ nở ngang” của các tám mẫu thí nghiệm.

Bảng số liệu kết quả tính toán độ cong tám mẫu từ các số liệu của  $E_1$  và  $E_2$  cùng với đồ thị biểu diễn quan hệ “tải trọng - độ cong” của các tám mẫu thí nghiệm.

Xác định giá trị ứng suất trung bình lớn nhất  $\sigma_R$  của tám mẫu nén bằng cách chia tải trọng phá huỷ cho diện tích tiết diện ngang hai lớp chịu lực của tám mẫu nén.

#### 5.2.4.4. Đánh giá kết quả thí nghiệm

##### a) Đánh giá độ bền chịu nén

Độ bền chịu nén tám mẫu cấu kiện 3D được khảo sát theo giá trị ứng suất thực tế đạt được lớn nhất trong tám do tải trọng gây ra.

Đánh giá độ bền nén của tám mẫu cấu kiện 3D được thực hiện bằng cách so sánh giá trị ứng suất trung bình lớn nhất  $\sigma_R$  nhận được không nhỏ hơn 95 % giá trị:

độ bền tính toán thiết kế;

độ bền tính toán theo các số liệu thực tế có được từ kích thước hình học, đặc trưng vật liệu và cấu tạo thực tế của tám mẫu nén;

độ bền giới hạn nhận được từ thực nghiệm cấu kiện 3D: 11 MPa.

##### b) Đánh giá độ cứng ( $\epsilon_n$ ) tám mẫu nén

Độ cứng tấm mẫu nén được đánh giá theo giá trị độ lệch trục của tải trọng tác dụng.

Độ cứng tấm mẫu nén được thực hiện bằng cách so sánh độ cong tương đối của tấm mẫu nén ( $e/L$ ) với một nửa tỷ số chiều dày trên chiều cao tấm mẫu nén:

$$\varepsilon_n = \frac{e}{L} \leq \frac{1}{2} \frac{H}{L}$$

trong đó

$e$ : độ cong tuyệt đối của tấm mẫu nén, tính bằng milimét;

$L$ : chiều cao tấm mẫu nén, tính bằng milimét;

$H$ : chiều dày tấm mẫu nén, tính bằng milimét.

c) Trạng thái phá huỷ của tấm mẫu nén được đánh giá theo giá trị tải trọng tại thời điểm mẫu xuất hiện dấu hiệu mất khả năng chịu lực theo 5.1.2.3.e) (tải trọng phá huỷ) và trong tấm mẫu nén được thể hiện bởi các đặc trưng sau: trị số biến dạng dọc và độ nở ngang tấm mẫu nén biến thiên nhanh và không ngừng; bê tông trong các lớp chịu lực nứt và vỡ khi giữ nguyên tải trọng tác dụng.

### 5.3. Thí nghiệm uốn cấu kiện 3D

#### 5.3.1. Mẫu thí nghiệm:

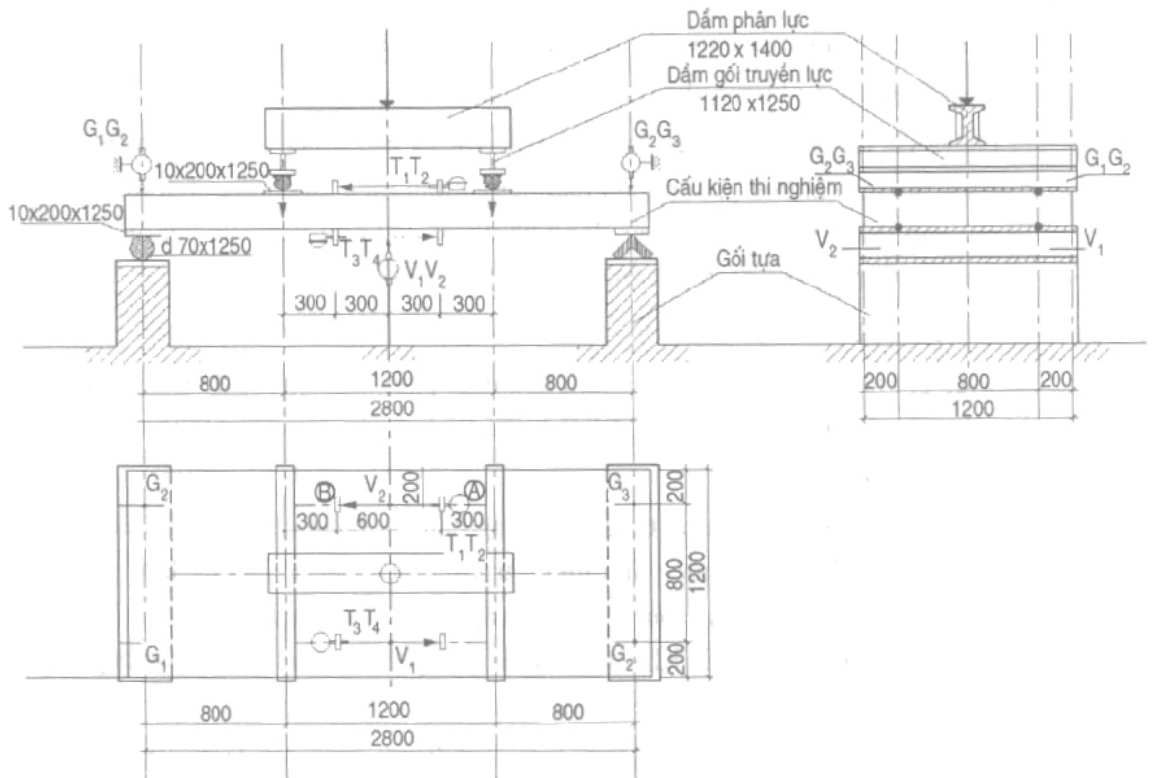
Mẫu thí nghiệm uốn cấu kiện sàn 3D (tấm mẫu uốn) được lấy theo 5.1.2.2, trong đó : chiều dài tấm mẫu uốn bằng chiều dài tấm cấu kiện 3D, thường là 3 000 mm; chiều rộng tấm mẫu uốn bằng chiều rộng tấm cấu kiện 3D (1 000 mm ÷ 1 200 mm); chiều dày tấm mẫu uốn lấy theo yêu cầu của thiết kế và chế tạo. Đối với mẫu tấm tường, kích thước chiều dày mẫu thông thường như sau: 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200 mm.

#### 5.3.2. Thiết bị thí nghiệm

5.3.2.1. Sơ đồ thí nghiệm uốn cấu kiện 3D trình bày trên Hình 2.

5.3.2.2. Tấm mẫu uốn được đặt nằm ngang cân bằng trên hai gối tựa (một gối cố định và một gối di động, xem hình 2 ) có khoảng cách đúng bằng nhịp làm việc của tấm uốn  $L = 2800$  mm.

5.3.2.3. Các thiết bị gia tải phải đảm bảo khả năng truyền giá trị tải trọng thí nghiệm một cách đồng đều và đầy đủ lên mẫu thử theo đúng sơ đồ đã định. Phương pháp tạo tải có thể trực tiếp trên các máy nén thủy lực hoặc trên hệ tạo tải bằng các kích thủy lực có công suất tối đa không quá  $(100 \pm 0,1)$  kN. Lực nén truyền đến mẫu thử qua một dầm thép cứng dài 1 400 mm tựa lên hai gối tựa (theo Hình 2) đặt đối xứng với tiết diện chính giữa tấm mẫu uốn về hai phía là 600 mm để thiết lập hai tải trọng tập trung tác dụng khi uốn.



Hình 2. Sơ đồ thí nghiệm uốn cấu kiện 3D

- 5.3.2.4. Đo lực bằng đồng hồ đo áp lực có độ chính xác  $\pm 0,001$ .
- 5.3.2.5. Đo biến dạng dọc tương đối bằng các đồng hồ đo độ dịch chuyển có giá trị vạch đo 0,01 mm. Đo biến dạng tương đối trong vùng nén và vùng kéo khi uốn tấm mẫu gồm 4 thiết bị đo biến dạng dọc  $T_1, T_2, T_3, T_4$ ; trong đó  $T_1, T_2$  lắp trên bề mặt vùng nén tấm mẫu và  $T_3, T_4$  lắp trên bề mặt vùng kéo của tấm mẫu tại các vị trí cách các mép biên dọc tấm 200 mm, xem Hình 2.

Cấu tạo một thiết bị đo biến dạng dọc tấm mẫu uốn, cụ thể như sau:

Trong vùng giữa hai điểm đặt tải trọng uốn, trên đường thẳng song song và cách với biên tấm mẫu là 200 mm, gắn cố định hai chi tiết kim loại A và B làm hai mốc tựa cố định, cách nhau một khoảng  $L = 600$  mm và cách điểm đặt tải gần nhất là 300 mm.

Trên mốc tựa A lắp một đồng hồ đo chuyển vị có giá trị vạch đo là 0,01 mm.

Dùng một thanh kim loại một đầu nhọn, thẳng, cứng (có đường kính  $d = 3 \div 4$  mm và chiều dài ngắn hơn khoảng cách hai mốc tựa A, B từ 15 mm đến 20 mm), chiều dài cụ thể khoảng (575 ÷ 580) mm, chống đầu nhọn vào mốc tựa B và đầu bằng vào mút thanh truyền động của đồng hồ đo trên mốc tựa A.

Với cấu tạo như đã trình bày, khi khoảng cách hai mốc tựa AB tức chiều dài chuẩn đo biến dạng là  $L = 600$  mm thì giá trị một vạch đo trên đồng hồ chuyển vị sẽ chỉ thị một lượng biến dạng tương đối là 16,6 đơn vị biến dạng ( $10^{-6}$ ).

5.3.2.6. Đo độ võng bằng các đồng hồ đo chuyển vị có giá trị vạch đo 0,1 mm.

Khi đo độ võng của tấm mẫu uốn, dùng 2 đồng hồ đo chuyển vị  $V_1$ ,  $V_2$  để đo chuyển vị theo phương thẳng đứng tại hai điểm giữa tấm và 4 đồng hồ  $G_1$ ,  $G_2$ ,  $G_3$  và  $G_4$  để đo độ lún của các gối tựa. Tất cả các đồng hồ đo chuyển vị này được lắp trên những giá cố định nằm ngoài tấm mẫu và chúng phải được bố trí sao cho thanh truyền động các đồng hồ đo có đầu mút tiếp xúc với điểm đo và trục thanh phải cùng với phương của chuyển vị (xem hình 2).

5.3.3. Cách tiến hành

5.3.3.1. Việc gia tải thí nghiệm uốn 4 điểm tấm mẫu phải tuân thủ sơ đồ Hình 2 và quy trình tác dụng tải trọng trong 5.3.2.1 của tiêu chuẩn này hoặc theo quyết định của thiết kế đưa ra.

5.3.3.2. Tải trọng thí nghiệm được tăng theo từng cấp; sự phân chia giá trị các cấp tải thí nghiệm không bắt buộc như nhau; trong giai đoạn đối tượng làm việc đàn hồi giá trị cấp tải có thể lớn và giá trị cấp tải nhỏ dần khi đối tượng làm việc ngoài giới hạn đàn hồi. Khi uốn tấm mẫu, giá trị mỗi cấp tải thường bằng  $(1/10 - 1/12)$  giá trị tải trọng tính toán phá huỷ.

5.3.3.3. Thời gian giữ tải mỗi cấp không dưới 5 phút đối với các cấp tải thấp, không dưới 10 phút đối với các cấp tải lớn và ở những cấp tải cuối cùng cần phải chờ cho các số đọc trên các dụng cụ đo ổn định mới chất cấp tải tiếp theo.

5.3.3.4. Trong thời gian giữ tải cần quan sát cẩn thận các biến động của tấm mẫu thí nghiệm như:

- Sự xuất hiện các vết nứt ngang trong vùng uốn lớn;
- Sự bóc tách vật liệu trên bề mặt chịu nén của tấm mẫu uốn;
- Tốc độ phát triển độ võng.

5.3.3.5. Trong quá trình thí nghiệm uốn tấm mẫu, cần phải ghi chép các số liệu khảo sát sau:

Giá trị tải trọng, giá trị biến dạng trong các vùng kéo và nén tấm mẫu (chỉ thị trên 4 thiết bị đo biến dạng  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  và  $T_4$ ) và giá trị biến thiên độ võng (chỉ thị trên các dụng cụ đo chuyển vị  $V_1$ ,  $V_2$  và  $G_1$ ,  $G_2$ ,  $G_3$ ,  $G_4$ ) tương ứng với từng cấp tải. Đặc biệt đối với các cấp tải trọng tương ứng với các giá trị đặc trưng như: tải trọng sử dụng, tải trọng thiết kế, tải trọng hình thành vết nứt...

Giá trị tải trọng phá huỷ tấm mẫu được xác định theo 5.1.2.3.e).

Sự phá huỷ thể hiện ở các đặc trưng sau:

- Mất khả năng chịu lực;
- Số liệu trên các dụng cụ đo bị trôi nhanh liên tục;



- Vết nứt trên bề mặt vùng chịu kéo phát triển nhanh;
- Bê tông vùng nén bị phá vỡ bóc tách;
- Tải trọng giảm đột ngột.

Ghi chép và mô tả chi tiết quá trình và hình thái phá huỷ tấm mẫu.

#### 5.3.4. Báo cáo kết quả

Kết quả thí nghiệm uốn tấm cấu kiện sàn 3D được trình bày theo 5.1.2.6. của tiêu chuẩn này; đồng thời phải đáp ứng các đòi hỏi cụ thể đối với thí nghiệm uốn tấm cấu kiện 3D gồm:

##### 5.3.4.1. Trình bày số liệu thí nghiệm: các số liệu thu nhận được từ quá trình thí nghiệm cần được báo cáo đầy đủ, bao gồm ít nhất các thông tin sau:

- Bảng số liệu các đặc trưng cấu tạo hình học;
- Ngày tiến hành thí nghiệm;
- Giá trị tải trọng cực đại (phá huỷ),
- Tải trọng hình thành vết nứt và ghi chú các điều đặc biệt xảy ra trên các tấm mẫu thí nghiệm;
- Toàn bộ các số liệu đo đạc trên các thiết bị đo biến dạng tương đối  $T_1, T_2, T_3, T_4$  và trên các thiết bị đo độ võng gồm  $V_1, V_2$  và  $G_1, G_2, G_3, G_4$  trong quá trình tác dụng tải trọng theo từng cấp lên tấm thí nghiệm.

##### 5.3.4.2. Trình bày kết quả thí nghiệm: kết quả thí nghiệm uốn được thể hiện trong các bảng số và các đồ thị sau:

Bảng các số liệu kết quả tính toán các giá trị trung bình của các cặp  $(T_1+T_2)$  và  $(T_3+T_4)$  với đồ thị biểu diễn quan hệ “tải trọng – biến dạng vùng nén” của tấm mẫu và “tải trọng - biến dạng vùng kéo” của tấm mẫu thí nghiệm;

Bảng số liệu kết quả tính toán độ võng từ các số liệu chuyển vị của  $V_1, V_2$  và  $G_1, G_2, G_3, G_4$  cùng với đồ thị biểu diễn quan hệ “tải trọng - độ võng” của các tấm mẫu thí nghiệm.

##### 5.3.4.3. Nhận xét và đánh giá kết quả

###### a) Đánh giá độ bền

Độ bền chịu uốn của tấm mẫu được đánh giá theo giá trị tải trọng lớn nhất tại thời điểm cấu kiện xuất hiện dấu hiệu mất khả năng chịu lực (tải trọng phá huỷ), thể hiện bởi các đặc trưng sau: độ võng tăng liên tục, vết nứt phát triển liên tục khi giữ nguyên tải trọng, cốt thép bị đứt, bê tông vùng nén bị vỡ.

Độ bền chịu uốn của tấm mẫu được thực hiện bằng cách so sánh tải trọng phá huỷ thực tế với tải trọng tính toán kiểm tra độ bền của thiết kế. Cụ thể, tải trọng phá huỷ thực tế không nhỏ hơn 95 % giá trị tải trọng kiểm tra:

độ bền tính toán thiết kế khi tiến hành thí nghiệm theo sơ đồ thiết kế cấu kiện;  
độ bền tính toán theo sơ đồ thí nghiệm (được giới thiệu trong 5.3.2.1 của tiêu chuẩn này) với các số liệu có được từ kích thước hình học, đặc trưng vật liệu và cấu tạo thực tế của tấm mẫu uốn;

b) Đánh giá độ cứng ( $\epsilon_u$ )

Độ cứng của tấm mẫu uốn được đánh giá theo tỷ số độ võng trên chiều dài nhịp uốn ( $f/L$ ) tại thời điểm tấm xuất hiện sự phát triển liên tục của độ võng khi tải trọng giữ nguyên giá trị.

Độ cứng của tấm mẫu uốn được đánh giá bằng cách so sánh tỷ số của độ võng thực tế trên chiều dài nhịp uốn (được xác định sau khi giữ tải trọng thí nghiệm được coi là bất lợi nhất trên mẫu thí nghiệm theo 5.3.3.3.) với tỷ số độ võng trên chiều dài nhịp uốn xác định được bằng:

tính toán từ tải trọng thí nghiệm được xem là bất lợi nhất;

tỷ số thực tế nhận được từ thực nghiệm tấm mẫu uốn:

$$\epsilon_u = \frac{f}{L} = \frac{1}{140} \div \frac{1}{150}$$

trong đó

f: độ võng tuyệt đối, tính bằng milimét;

L: chiều nhịp uốn, tính bằng milimét.

## 6. Phương pháp thử độ bền chịu lửa

### 6.1. Nguyên tắc

Mẫu cấu kiện 3D được nung trong lò ở nhiệt độ xác định trong điều kiện chịu tải trọng xác định. Toàn bộ bề mặt mẫu tiếp xúc trực tiếp với lửa. Ghi lại diễn biến nhiệt độ, thời gian và tải trọng phá huỷ mẫu. Độ bền chịu lửa được đánh giá qua khoảng thời gian từ khi gia nhiệt đến khi mẫu bị phá huỷ.

### 6.2. Thiết bị, dụng cụ

#### 6.2.1. Lò nung, có kết cấu như sau:

Lò đứng, có cấu tạo bằng vật liệu chịu lửa đến 1500°C, có kích thước phù hợp để gắn được tấm mẫu đơn kích thước 3 m × 3 m hoặc mẫu kép kích thước 3 m × 4 m theo chiều thẳng đứng trên một thành lò, sao cho một mặt mẫu tiếp xúc hoàn toàn với lửa (xem hình 3).

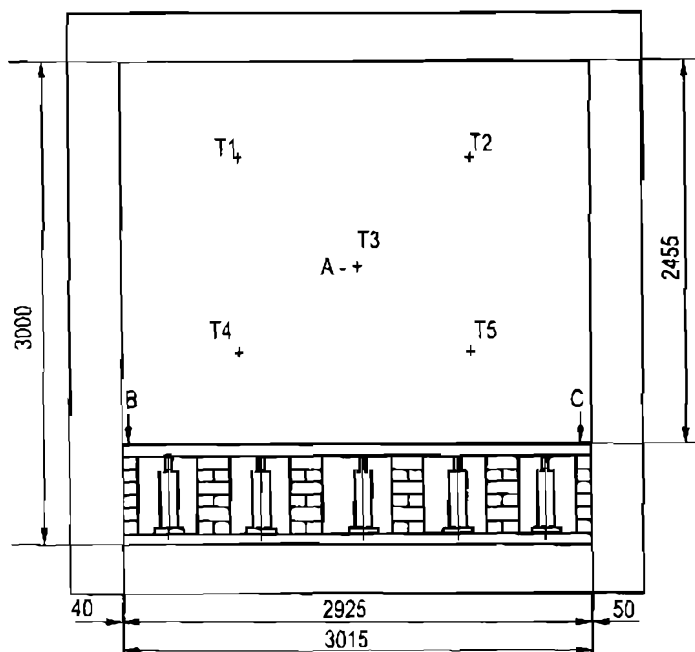
Lò được gia nhiệt bằng các vòi lửa, đốt bằng khí thiên nhiên hoặc khí dầu mỏ hoá lỏng, có gắn bộ phận kiểm soát lưu lượng khí để điều chỉnh ngọn lửa. Số lượng và vị trí vòi lửa được bố trí sao cho nhiệt độ nung trong lò đảm bảo đồng đều;

Trên thành lò, ở những vị trí xác định có gắn những đầu dò đo áp suất lò, cặp nhiệt điện đo nhiệt độ;

Lò nung được đặt trong phòng thử đủ lớn, đảm bảo an toàn và tiến hành phép thử thuận tiện;

Mô tả chi tiết về lò nung xem TCXDVN 342 : 2005 (ISO 834-1).

*Kích thước tính bằng milimét*



Chú giải:

(+): Các điểm đặt nhiệt kế trên bề mặt không tiếp xúc.

(-): Điểm đo độ lệch tại trung tâm của hệ thống lương ngấm

**Hình 3.** Sơ đồ bố trí các điểm đo nhiệt độ và độ lệch

#### 6.2.2. Thiết bị gia tải

Thiết bị gia tải là hệ thống cơ khí hoặc thủy lực, đảm bảo truyền tải theo chiều thẳng đứng lên mẫu một cách đồng đều và từ từ, tránh gây sốc trong toàn bộ quá trình thử. Việc gia tải được tiến hành sao cho độ võng của mẫu xảy ra từ từ với tốc độ không lớn hơn 25 mm/phút và độ lệch tối đa là 120 mm.

#### 6.2.3. Hệ thống đỡ mẫu

Bộ phận giữ mẫu là một khung đỡ đảm bảo cứng và chắc, chịu được lực nén và nhiệt độ thử;

Tấm truyền tải đảm bảo cứng và chắc để chịu được bất kỳ một sự biến dạng nào ảnh hưởng đến mẫu hoặc làm lệch tải trọng truyền lên mẫu.

#### 6.2.4. Thiết bị đo

Thiết bị đo và giám sát môi trường thử, lò nung và tình trạng mẫu trong suốt quá trình thử, bao gồm: đồng hồ đo nhiệt độ, áp suất, tải trọng và thời gian.

Thiết bị đo và giám sát, bao gồm:

+ cặp nhiệt điện gắn trên bề mặt mẫu;

- + cặp nhiệt điện gắn trong lò nung;
- + đầu dò đo áp suất lò;
- + đồng hồ đo chuyển vị có dải đo thích hợp và đo được chính xác đến 1 mm;
- + thiết bị tự động, ghi nhiệt độ lò, nhiệt độ mẫu, áp suất lò, thời gian và độ lệch.
- Mô tả chi tiết về các thiết bị đo xem TCXDVN 342 : 2005 (ISO 834-1).

### 6.3. Chuẩn bị mẫu thử

#### 6.3.1. Mẫu thử

Nếu không có qui định đặc biệt, phép thử độ chịu lửa được tiến hành trên một mẫu thử.

Mẫu thử là tấm 3D đã được phun phủ bê tông trên hai mặt theo đúng chiều dày và cấp thiết kế, đồng thời đã được bảo dưỡng theo TCVN 5592 : 1991 đạt cường độ thiết kế.

Mẫu thử độ chịu lửa có kích thước 3 m x 3 m, hoặc là nguyên tấm cấu kiện (nếu nhỏ hơn).

Cũng có thể gắn hai mẫu thử nhỏ với nhau tạo thành một tấm mẫu thử, nhưng không quá 3 m mỗi chiều.

#### 6.3.2. Kiểm tra sơ bộ mẫu thử

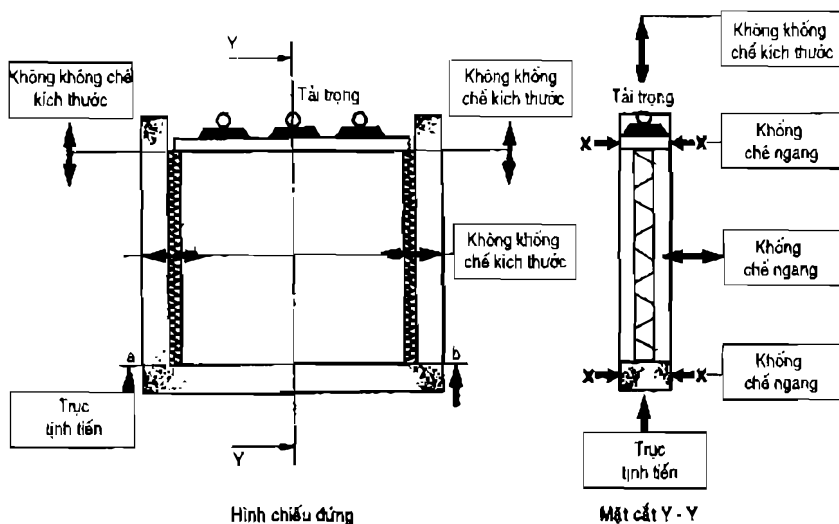
Trước khi lắp dựng mẫu, tiến hành kiểm tra sơ bộ tấm mẫu thử về ngoại quan, đo kích thước và ghi nhận xét về mẫu thử.

#### 6.3.3. Gắn cặp nhiệt điện và thiết bị đo độ lệch tấm cấu kiện 3D

Bố trí các điểm đặt cặp nhiệt điện và thiết bị đo độ chuyển vị trên bề mặt ngoài tấm cấu kiện 3D theo mô tả trên Hình 3.

#### 6.3.4. Lắp đặt mẫu

Mẫu thử đã chuẩn bị theo 6.3.2 và 6.3.3 được lắp dựng đứng vào khung đỡ, đảm bảo cứng vững trong suốt quá trình gia nhiệt và gia tải.



**Hình 4.** Sơ đồ lắp đặt thử nghiệm độ chịu lửa tấm cấu kiện 3D

Lắp đặt thiết bị gia tải cơ khí hoặc thủy lực lên phân đầu của cạnh đứng của tấm mẫu, sao cho tải trọng truyền đều qua trục của tấm mẫu (xem hình 4).

Dùng vữa bê tông chịu lửa, gắn kín tất cả các khe hở trên tấm mẫu hoặc giữa tấm mẫu và khung đỡ, cũng như giữa khung đỡ và cửa lò.

#### 6.4. Cách tiến hành

6.4.1. Trước khi gia nhiệt, tiến hành đo nhiệt độ môi trường và ghi lại toàn bộ các giá trị đo của nhiệt độ lò, nhiệt độ tấm mẫu, áp suất lò, độ lệch ban đầu của tấm mẫu.

6.4.2. Tiến hành truyền tải theo chiều thẳng đứng để tạo sự ổn định cho mẫu ít nhất 15 phút trước khi gia nhiệt. Duy trì tải trọng ổn định bằng  $220 \text{ kN} \pm 2,5 \%$  trong suốt quá trình thử.

6.4.3. Tiến hành gia nhiệt theo các điều kiện sau:

a) Nhiệt độ trung bình của lò nung được xác định theo công thức:

$$T = 345 \log_{10}(8t + 1) + 20$$

trong đó:

T: nhiệt độ trung bình của lò nung, tính bằng °C;

t: thời gian tối đa tính đến 360 phút, tính bằng phút.

**Chú thích:** Thông thường đối với cấu kiện 3D, lấy  $t = 125$  phút, nhiệt độ trung bình của lò nung là  $1055^\circ\text{C}$ .

b) Việc gia nhiệt được tiến hành theo các giai đoạn sau:

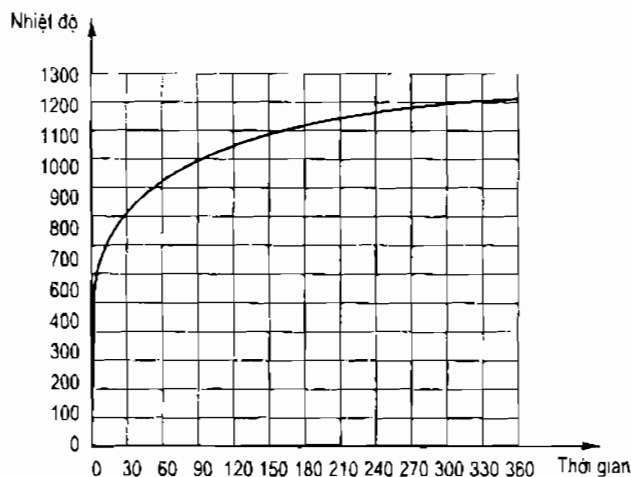
từ 0 phút đến 10 phút, nhiệt độ lò nung đến khoảng  $670^\circ\text{C}$ ;

từ 10 phút đến 30 phút, nhiệt độ lò nung đến khoảng  $840^\circ\text{C}$ ;

từ 30 phút đến 120 phút, nhiệt độ lò nung đến khoảng  $1045^\circ\text{C}$ ;

từ 120 phút đến 360 phút, nhiệt độ lò nung đến khoảng  $1215^\circ\text{C}$ .

Lập đường cong tiêu chuẩn nhiệt độ/thời gian (xem Hình 5).



**Hình 5.** Đường cong tiêu chuẩn nhiệt độ/thời gian

## 6.5. Đánh giá kết quả

Kết quả độ bền lửa được đánh giá qua khoảng thời gian đo được tính từ thời điểm gia nhiệt đến khi mẫu bị phá hủy, lấy chính xác đến 1 phút.

*Chú thích.* Thông thường rất khó xác định thời điểm mẫu bị phá hủy. Tuy nhiên, theo kinh nghiệm theo dõi trên sơ đồ chuyển vị của mẫu dưới tải trọng, mẫu thường bị phá hủy từ thời điểm có sự thay đổi rõ rệt về tốc độ chuyển vị.

## 6.6. Báo cáo thử nghiệm

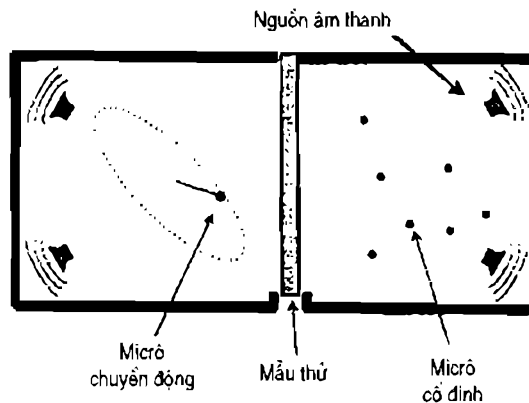
Báo cáo thử nghiệm bao gồm các thông tin sau:

- Tên phòng thử nghiệm;
- Nhận biết về mẫu thử (xuất xứ, vật liệu, kích thước...);
- Chi tiết về kết cấu (kích thước, vật liệu sử dụng...);
- Tải trọng thử, kể cả phương pháp gia tải;
- Đồ thị nhiệt độ/thời gian của lò nung trong quá trình gia nhiệt;
- Các giá trị đo trong quá trình thử (tốc độ chuyển vị và độ lệch lớn nhất, đồ thị nhiệt độ/thời gian của bề mặt không tiếp xúc lửa, khoảng thời gian thử đến khi mẫu bị phá hủy);
- Đánh giá, nhận xét về mẫu thử;
- Các ghi nhận đặc biệt (nếu có);
- Số hiệu tiêu chuẩn này;
- Ngày, tháng, năm thử nghiệm.

## 7. Phương pháp thử độ cách âm không khí

### 7.1. Nguyên tắc và tóm tắt phép thử

Độ cách âm không khí, tính bằng dB, là sự giảm truyền âm thanh giữa mức nén âm trung bình trong phòng dội âm và phòng thu âm, cộng với 10 lần logarit tỷ số của diện tích vách ngăn thông thường để thu âm trong phòng thu.



**Hình 6.** Mô phỏng bố trí đo sự giảm âm không khí

Bố trí hai phòng dội âm liền kề, giữa hai phòng có một lỗ mở mà mẫu sẽ được gắn lên đó làm vách thử, sao cho vách ngăn thử nghiệm này là nơi truyền âm duy nhất. Nguồn âm thanh ở phòng thứ nhất dội tới vách thử làm cho nó bị rung và tạo âm ở phòng thứ hai, phòng thu nhận âm (xem hình 6).

Phương pháp thử này không áp dụng cho thử nghiệm hiện trường.

*Chú thích:* Hình vẽ này chỉ mang tính mô phỏng. Ví dụ, phòng ở bên phải có micrô cố định để đo mức nền âm trung bình. Phòng ở bên trái có một micrô chuyển động liên tục để đo mức nền âm trung bình. Thông thường micrô ở cả hai phòng đều giống nhau. Nguồn âm thanh (loa) trong phòng tạo một trường âm để đo mức chênh lệch hoặc tỷ lệ suy giảm âm thanh. Có thể dùng các loại phòng khác như phòng nguồn và phòng thu nhận âm

## 7.2. Phòng thử

7.2.1. Hình dáng và kích thước phòng thử - Để tạo được sự gần đúng chấp nhận được đối với trường truyền âm, đặc biệt trong dải tần số thử thấp nhất, thể tích của phòng nguồn và phòng nhận phải bằng hoặc lớn hơn  $50 \text{ m}^3$ .

7.2.2. Nhiệt độ - Nếu không có qui định khác, nhiệt độ trung bình của từng phòng thử trong suốt quá trình đo âm là  $27^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ .

7.2.3. Sự hấp thụ âm thanh của phòng thử

a) Sự hấp thụ âm ở mỗi phòng phải được thiết lập càng nhỏ càng tốt để có được sự bất chước tốt nhất so với điều kiện lý tưởng khuếch tán trường và để giữ được vùng có trường trực tiếp vượt trội (của nguồn hoặc của mẫu thử) càng nhỏ càng tốt. Tại mỗi tần số, sự hấp thụ âm thanh ở mỗi phòng không được lớn hơn:

$$A = V^{2/3} / 3$$

trong đó:

V: thể tích phòng, tính bằng mét khối;

A: diện tích của phòng, tính bằng mét vuông.

Trong bất kỳ trường hợp nào, sự hấp thụ âm thanh cũng không được lớn hơn 3 lần giá trị qui định ở công thức trên. Đối với tần số lớn hơn 2 000 Hz, sự hấp thụ tại áp suất khí quyển có thể làm cho nó không có khả năng tránh được giá trị cao hơn là giá trị cho ở công thức trên.

b) Trong quá trình đo mức giảm tiếng ồn và hấp thụ âm thanh, sự chênh lệch nhiệt độ và độ ẩm trong phòng thu âm không được vượt quá  $3^\circ\text{C}$  và 3 % độ ẩm tương đối. Nhiệt độ và độ ẩm được đo và ghi lại tại điểm đầu và điểm cuối của từng phép thử để đảm bảo phù hợp.

7.2.4. Khuếch tán trường âm thanh

Để làm giảm sự đa dạng của trường âm thanh, sử dụng phương pháp khuếch tán âm thanh như sau:

- a) Các tấm khuếch tán âm thanh cố định - Khuyến nghị rằng ở mỗi phòng nên gắn một bộ gồm từ 3 đến 6 tấm khuếch tán âm thanh, bố trí ngẫu nhiên khắp không gian phòng. Số lượng, sự phân bố và vị trí của các panen được xác định qua kinh nghiệm và được kiểm tra bằng khoảng không khác nhau của mức nén âm hoặc tỷ lệ khuếch tán bị suy giảm.

Kích thước ngang của panen bằng khoảng 1/2 đến một bước sóng của âm thanh tại tần số thứ thấp nhất, ví dụ, khoảng 1,2 m đến 2,5 m - Khuyến nghị sử dụng tấm khuếch tán 5 kg/m<sup>2</sup> để hoạt động đến 100 Hz (thường sử dụng panen bằng gỗ dán hoặc tấm bằng chia được, kích thước 1,2 m × 2,4 m).

Để đạt hiệu quả tại các tần số thấp, kích thước và khối lượng các tấm khuếch tán phải tăng tỷ lệ với bước sóng. Sẽ là không thuận lợi nếu sử dụng các tấm khuếch tán quá lớn ở các tần số quá nhỏ; nó có thể làm cho căn phòng như gồm nhiều không gian kép chứ không phải là một phòng đơn, và khó bố trí micrô.

- b) Bộ khuếch tán chuyển động hoặc xoay tròn – Đặt một hoặc một vài panen chuyển động hoặc xoay tròn tại các góc chéo so với bề mặt căn phòng, ở cả hai phòng. Khuyến nghị áp dụng khối lượng và kích cỡ panen theo 6.3.1 đối với panen khuếch tán cố định cũng như chuyển động hoặc xoay. Các tấm khuếch tán phải đủ lớn để có thể tạo ra các trường âm thanh khác nhau trong quá trình chuyển động, nhưng cũng phải đủ nhỏ để không phân chia căn phòng tại các điểm trong khi chuyển động.

*Chú thích: Sự chuyển động của các tấm khuếch tán có thể tạo ra tiếng ồn cơ học hoặc gió và tiếng ồn của gió trong micrô. Điều này đôi khi làm tăng tiếng ồn chính và gây cản trở phép đo.*

#### 7.2.5. Khe truyền âm

Phòng thử phải được thiết kế và bố trí để giảm thiểu các khe truyền âm ngoài cách truyền qua tấm thử. Nếu nén âm sinh ra do truyền âm theo sườn phải nhỏ hơn 10 dB so với âm thanh truyền đến phòng thu qua tấm thử. Để giảm thiểu truyền âm qua sườn, người ta thường sử dụng vật liệu ngăn cách chấn rung ở cả hai phòng (vật liệu co giãn hoặc đàn hồi).

Khuyến nghị kiểu kết cấu không liên tục giữa phòng nguồn và mẫu thử, giữa phòng nhận và mẫu thử nhằm giảm thiểu truyền âm qua sườn giữa chúng.

*Chú thích: Nếu mẫu thử được gắn chặt với kết cấu phòng nguồn, ngoài âm thanh không khí truyền đi có thể có một vài nguy cơ là năng lượng âm thanh đến mẫu tại các cạnh do sự rung động của kết cấu phòng nguồn. Tương tự như vậy, nếu mẫu được gắn chặt với kết cấu phòng nhận, năng lượng âm thanh có thể truyền từ mẫu đến tường của phòng nhận và tỏa đi từ đấy.*

Phép đo sự hao tổn truyền âm lên mẫu do truyền âm qua khe sườn phải được nghiên cứu như sau:

- a) Có các cách đặc biệt để loại bỏ, các khe truyền âm luôn luôn tồn tại và sẽ làm giảm đi sự hao tổn truyền âm đo được đối với tấm ngăn mà giá trị giảm âm vốn có trong vòng 10 dB so với giới hạn qua sườn, sự truyền năng lượng âm thanh dọc



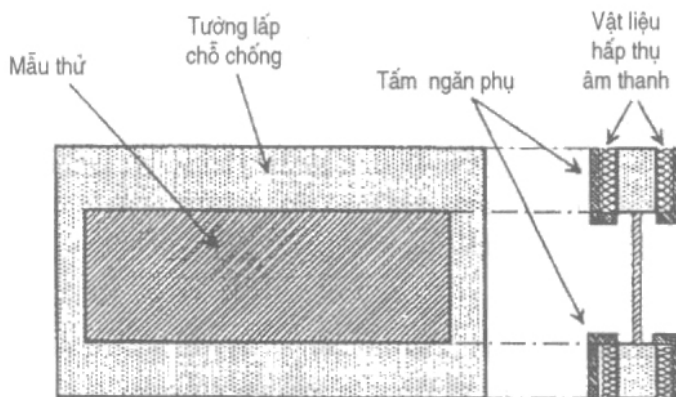
theo các khe sườn có thể được giảm bớt nếu như sự hao hụt truyền âm đo được tăng lên. Điều này có thể thực hiện được bằng cách tạm thời bổ xung một kết cấu ngăn ở bề mặt mà dự kiến sẽ truyền âm thanh không mong muốn;

- f) Khe truyền âm tiềm ẩn ở xung quanh của tấm ngăn hoặc khung lắp mẫu. Do đó, việc sắp đặt tấm ngăn rất quan trọng để xác định giới hạn giảm âm phải giống như khi sử dụng nó cho phép thử định kỳ.

### 7.3. Mẫu thử

#### 7.3.1. Kích thước và chuẩn bị lắp mẫu

- a) Mẫu thử đại diện cho tường hoặc sàn phải đủ lớn để bao gồm tất cả các thành phần kết cấu chính trong kích thước thông thường của nó và tỷ lệ với kích thước thực tế. Kích thước tối thiểu (trừ chiều dày) phải là 2,4 m, trừ mẫu cửa, che chắn hoặc thành phần rất nhỏ của công trình thì sử dụng kích thước thông lệ. Kết cấu panen có hình dạng xác định phải bao gồm hai mô đun hoàn chỉnh (panenl cộng thành phần gắn kết), panen đơn chiếc cũng được thử nghiệm. Ở mọi trường hợp mẫu thử phải được lắp đặt giống như cách kết cấu thực, bắt chước thật giống về cách lắp và điều kiện trảm kín theo chu vi và tại các mối nối giữa các trường của mẫu;



*Hình 7. Sơ đồ tường lắp mẫu thử nhỏ*

- b) Trường hợp mẫu nhỏ hơn ô mở thử nghiệm thì diện tích ô mở phải được thu nhỏ lại bằng kết cấu hỗ trợ. Kết cấu hỗ trợ này hoặc tường lắp chỗ trống này phải được thiết kế để truyền càng ít âm thanh càng tốt (xem Hình 7). Âm thanh truyền qua tường thử được thể hiện bằng công thức:

$$\tau_s S_c = \tau_s S_s + \tau_f S_f$$

hoặc

$$\tau_s = (\tau_c S_c - \tau_f S_f) / S_s$$

trong đó:

$S_c$ : diện tích tường thử ( $S_c = S_s + S_f$ );

$S_s$ : diện tích mẫu thử;

$S_f$ : diện tích vật liệu làm dây;

$\tau_c$ : hệ số truyền âm của kết cấu composit;

$\tau_s$ : hệ số truyền âm của mẫu thử; và

$\tau_f$ : hệ số truyền âm của vật liệu hấp thụ âm thanh.

**Chú thích:** Công thức trên có nghĩa là hai phần của kết cấu tường thử tác động độc lập với trường âm thanh.

**Chú thích:** Sơ đồ này chỉ mô phỏng, không phải là hướng dẫn thiết kế.

### 7.3.2. Tuổi mẫu

Mẫu thử cách âm không khí là tấm 3D đã được phun phủ bê tông theo đúng cấp phối và cường độ thiết kế. Mẫu phải được bảo dưỡng không ít hơn 28 ngày đêm kể từ ngày phun bê tông.

## 7.4. Nguồn âm thanh

7.4.1. Tín hiệu phổ - Tín hiệu âm thanh thử nghiệm là tiếng ồn ngẫu nhiên có phổ liên tục trong từng dải tần số thử.

7.4.2. Nguồn âm thanh đơn - Âm thanh thường được tạo ra trong phòng có sử dụng hệ thống loa, cũng có thể sử dụng nguồn khác nếu đảm bảo yêu cầu của phép thử.

a) Tốt nhất là nguồn âm phải toả đi mọi hướng tại các tần số đo để trường âm càng toả đều trong phòng càng tốt. Việc sử dụng các loa riêng biệt cho các tần số cao và thấp sẽ làm cho âm thanh toả đều mọi hướng. Trường âm trực tiếp từ loa có thể giảm khi hướng loa vào góc phòng. Người thao tác tại phòng thí nghiệm cũng có thể tìm thấy sự bố trí này sẽ làm tăng mức nén âm ở tần số thấp trong phòng. Một cách khác để có được hệ thống loa toả mọi hướng là gắn các loa trên bề mặt của một khối 12 mặt.

b) Bố trí vị trí loa.

7.4.3. Nguồn âm thanh đa dạng - Việc đo các giá trị hao hụt truyền âm, đặc biệt ở tần số thấp, có thể thay đổi đáng kể khi vị trí loa thay đổi trong phòng nguồn. Khi điều này xảy ra, phải đo sự giảm âm ở nhiều vị trí đặt loa và giá trị trung bình là sai lệch nhỏ nhất. Có thể sử dụng nguồn âm thanh theo tuần tự hoặc cùng một lúc. Nếu sử dụng các nguồn cùng một lúc, phải khởi động các máy phát và bộ khuếch đại âm tần riêng biệt bất kỳ. Các nguồn âm thanh đa dạng không tương quan phải giảm được sự khác nhau về không gian của mức nén âm trong phòng dội âm.

7.4.4. Vị trí các nguồn âm thanh - Phải chọn vị trí các nguồn âm thanh để giảm thiểu sự dao động không gian trong trường dội âm của phòng nguồn. Các nguồn âm thanh đặt ở trong các góc tam diện của phòng càng tăng thêm hiệu quả.

7.4.5. Trường trực tiếp của nguồn âm thanh - Trường trực tiếp của nguồn âm thanh tại tấm thử, hoặc tại micrô gần nhất phải ít nhất 10 dB dưới mức nén âm của trường hồi âm. Khoảng cách giữa các nguồn và tấm chắn hoặc micrô để đạt được điều kiện này phụ thuộc vào đặc tính căn phòng, số lượng và vị trí cũng như vị trí nguồn âm thanh. Việc kiểm tra xác nhận khoảng cách này giữa nguồn đơn, micrô và tấm thử phải thoả mãn mối quan hệ sau:

$$r \geq \frac{1}{4} \sqrt{\frac{10A}{\pi}}$$

trong đó:

A: diện tích phòng hấp thụ âm, tính bằng mét vuông;

r: khoảng cách tính từ nguồn âm thanh, tính bằng mét.

**Chú thích:** Công thức này áp dụng cho nguồn điểm và nhận được bằng cách xác định điểm khi mức nén âm của trường âm trực tiếp nhỏ hơn mức nén âm của trường hồi âm là 10 dB. Do vậy, công thức này không thật chính xác, đặc biệt đối với hệ thống loa có tần số cao khi chỉ số định hướng lớn hơn tính đơn nhất. Ngược lại nó sẽ là chính xác nếu như sử dụng đa nguồn, nhưng rất khó chấp nhận.

## 7.5. Yêu cầu đối với micro

7.5.1. Micro được sử dụng để đo mức nén âm trung bình trong phòng và tỷ lệ giảm âm trong phòng nhận. Có thể sử dụng hệ thống đa năng tập hợp và phân tích số liệu, từ micro đơn chuyển động liên tục hoặc đặt tuần tự ở một vài vị trí đo đến một loạt micro thực hiện phép đo đồng thời (hình 1). Qui trình đo phải tính đến mức dao động sinh ra do sự khác nhau của không gian và tạm thời. Đồng thời phải tính đến độ nhạy của micro cái chuyển động của các tần âm.

7.5.2. Yêu cầu về điện đối với micro - Sử dụng loại micro bền và chịu được ở mọi hướng trong dải tần số đo. Các đặc điểm, micro, amply và sơ đồ điện để khởi động tín hiệu micro phải phù hợp với đồng hồ đo mức âm thanh loại I. Trừ khi không yêu cầu mạng A, B và C, do sử dụng bộ lọc 1/3 octave. Nếu sử dụng nhiều micro, tất cả phải cùng một loại.

7.5.3. Hiệu chuẩn - Hiệu chuẩn từng micro trên toàn dải tần số thử, càng nhiều càng tốt, để đảm bảo độ chính xác theo yêu cầu. Cần ghi lại các thông số hiệu chuẩn cũng như ngày thực hiện. Hiệu chuẩn hệ thống đo, ít nhất đối với một tần số, được thực hiện ít nhất một lần trong suốt quá trình thử.

Kiểm tra độ nhạy của hệ thống đo bằng thiết bị hiệu chuẩn âm học hoặc tính điện loại bền vững. Thông thường, kiểm tra độ nhạy bao gồm việc áp lực âm thanh đã biết theo hệ thống micro, có tính đến việc đặt các bộ khuếch đại khác nhau trong thiết bị. Qui trình này thiết lập nên mối tương quan giữa công suất điện và mức nén âm tại micro. Tất cả công suất điện tiếp sau có thể chuyển đổi mức nén âm tại micro, có tính đến bộ lọc âm hay bất kỳ sự thay đổi nào của bộ khuếch đại trong hệ thống.

7.5.4. Các vị trí của micro - Đối với phòng và các tín hiệu thử phù hợp phép thử này, mức nén âm hầu như bằng nhau ở mọi vị trí trong không gian nêu tại 6.4.1 đến 6.4.4. Sự khác nhau ở các số liệu đo được tìm thấy tại các tần số thấp. Tuy nhiên, sự thay đổi mức trường âm thanh phản hồi vẫn rất rõ và phép đo phải được tiến hành tại một vài vị trí trong từng phòng để thử trường âm thanh một cách đầy đủ. Sử dụng micro

chuyển động là cách tốt nhất để thử. Đối với tất cả hệ thống micro, vị trí đặt micro phải theo đúng yêu cầu sau:

- a) Khoảng cách ngắn nhất từ một vị trí micro bất kỳ đến bề mặt rộng nhất bất kỳ không lớn hơn 1 m. Khoảng cách này cũng áp dụng cho bề mặt dụng cụ khuếch tán âm cố định cũng như dụng cụ khuếch tán âm chuyển động tròn;
- b) Đối với phép thử thứ nhất, vị trí micro tĩnh phải cách nhau ít nhất 1,5 m. Các micro xoay tròn theo một bán kính ít nhất là 1,2 m;
- c) Tại phòng nguồn, micro không được để quá gần nguồn âm để không làm ảnh hưởng đến trường trực tiếp;
- d) Tại phòng nhận, micro phải cách tám thử hơn 1,5 m, điều này để giảm ảnh hưởng của trường âm trực tiếp lên mẫu thử.

## 7.6. Dải tần số và chiều rộng dải để phân tích

7.6.1. Chiều rộng dải - Đối với từng dải tần số thí nghiệm, độ nhạy tần số toàn bộ của hệ thống điện, bao gồm cả bộ lọc hoặc lọc nguồn hoặc hệ thống micro, phải thỏa mãn yêu cầu đối với bộ lọc bằng 1/3 octave.

Việc lọc âm có thể thực hiện trong nguồn hoặc trong hệ thống đo hoặc ở cả hai, nếu các tính chất chung đáp ứng yêu cầu. Bên cạnh việc phải xác định chiều rộng bằng 1/3 octave của tín hiệu thử, bộ lọc trong hệ thống micro giảm đi độ ồn ngoài băng thử, kể cả nhiễu nền của hệ thống nguồn; một bộ lọc âm trong hệ thống nguồn tạo sự tập trung của năng lượng trong một dải tần số thử hoặc một vài dải tần số thử.

7.6.2. Tần số thử tiêu chuẩn - Các phép đo được tiến hành ở tất cả dải 1/3 octave với tần số dải trung từ 100 Hz đến 5 000 Hz. Để đo sự giảm âm của mặt trước tòa nhà, cửa ngoài hoặc cửa sổ, hoặc các cấu kiện mặt ngoài nhà, ở nơi mà phải lưu ý loại truyền âm trong nhà - ngoài nhà, thì dải tần số từ 80 Hz - 5 000 Hz. Bất kỳ trường hợp nào, dải tần số được mở rộng đến các dải tần số dưới 125 Hz. Nhiều trường hợp có yêu cầu thông tin về sự giảm âm ở tần số thấp và người thao tác phải tập hợp đầy đủ và báo cáo thông tin tại ít nhất là 63 Hz nếu thực hiện được. Cần chú ý rằng, khi đó ở tần số thấp thì khuyến nghị phòng rộng.

## 7.7. Cách tiến hành

7.7.1. Đo mức tổn thất áp lực âm thanh ( $L_1$ ) và ( $L_2$ ) - Tạo trường âm thanh từ các nguồn âm trong phòng nguồn và từ các vị trí micro, đo mức tổn thất áp lực âm thanh theo không gian và thời gian trong phòng nguồn ( $L_1$ ) và phòng nhận ( $L_2$ ) sử dụng thời gian hao tổn như sau:

7.7.2. Tổn thất thời gian, các micro tĩnh - Tại từng vị trí đo, thời gian tổn thất phải đủ để đánh giá được mức tổn thất áp lực âm thanh theo thời gian trong vòng  $\pm 0,5$  dB. Điều này đòi hỏi thời gian hao hụt tại các tần số thấp lâu hơn là tại tần số cao. Đối với 95 % giới hạn tin cậy của  $\pm e$  dB ở dải tần số 1/3 octave với tần số dải trung,  $f$ , thời gian hợp nhất,  $T$ , được đánh giá như sau:

$$T = \frac{310}{fe^2}$$

Do vậy, tại tần số 125 Hz, thời gian tổn thất tối thiểu đối với giới hạn tin cậy  $\pm 0,5$  dB phải là 9,9 giây. Tại tần số 100 Hz, cần một thời gian hao tổn là 12,48 giây.

- a) Nếu sử dụng cái tần âm chuyển động hoặc quay, xác định mức tổn thất áp lực âm thanh tại từng vị trí micrô trong chu trình chuyển động của cái tần âm. Một cách khác là, sự tổn thất thời gian ở mức mà sự chia nhỏ một chu kỳ tần âm được bỏ qua.
- b) Thời gian tổn thất, micrô chuyển động - Thời gian tổn thất đối với micrô chuyển động phải đủ để sự chênh lệch giữa các phép đo lặp lại rất nhỏ. Thời gian tổn thất trung bình là 60 giây, tuy nhiên người thao tác phải xác định thời gian chấp nhận được qua kinh nghiệm.

Cần lưu ý rằng, nếu sử dụng cả micrô chuyển động và cánh quạt chuyển động, cần phải lựa chọn chu kỳ quay và chuyển dịch của nó sao cho kiểm tra được sự phối hợp hoạt động của micrô và cánh quạt.

7.7.3. Âm thanh nền trong phòng nhận và hệ thống đo kết hợp - Đo mức âm thanh nền trong phòng nhận khi chưa khởi động nguồn âm thanh, tại từng dải tần số tại một vị trí micrô ( $L_2$ ). Sử dụng chính micrô này và đo mức âm thanh nhận được. Cần tính đến cả tiếng ồn và dẫy động học trong sự phối âm. Tại từng vị trí đo, cần phải hiệu chỉnh mức tín hiệu, trừ đi mức nền nhỏ hơn sự phối hợp của tín hiệu và nền 10 dB. (Tín hiệu là mức áp lực âm thanh truyền đến mẫu thử). Nếu như mức nền từ 5 dB đến 10 dB dưới mức phối hợp, chỉnh lại mức tín hiệu theo công thức:

$$L_s = 10 \log \left[ 10^{L_{sb}/10} - 10^{L_b/10} \right]$$

trong đó:

$L_n$ : mức âm thanh nền, tính bằng dB;

$L_{sb}$ : mức âm thanh phối hợp giữa tín hiệu và nền, tính bằng dB;

$L_s$ : mức âm thanh tín hiệu được điều chỉnh, tính bằng dB.

**Chú thích:** Nếu phép đo âm thanh nền cho giá trị cao hơn âm thanh nền đo được, điều đó cho biết phép đo tổn thất truyền âm bị giới hạn bằng âm thanh nhiễu và dải động học của sự phối âm hơn là âm thanh nền trong phòng thu do nguồn âm trong phòng thí nghiệm.

Nếu công suất của nguồn âm không thể tăng, thì mức phối hợp ít nhất là 5 dB cao hơn mức nền, trừ đi 2 dB và sử dụng mức tín hiệu đã hiệu chỉnh. Trong trường hợp này, các phép đo được sử dụng để ước lượng giới hạn dưới của sự giảm âm và sự tổn thất truyền âm. Ghi lại các phép đo này trong báo cáo thử nghiệm.

**Chú thích:** Âm thanh được đo bằng micrô trong phòng nhận khi chưa phát âm do nguồn âm bị nhiễu hoặc do âm thanh điện trong phòng nhận hoặc do cả hai.

7.7.4 . Xác định sự hấp thụ âm của phòng nhận,  $A_2$  – Sự hấp thụ âm của phòng nhận được xác định tại từng tần số bằng cách đo tỷ lệ tổn thất của mức áp lực âm trong phòng. Việc xác định  $A_2$  được tiến hành ở phòng nhận, với cùng điều kiện như khi đo ( $L_1$ ) và ( $L_2$ ). Đặc biệt, mẫu thử phải được giữ ở vị trí mà sự hấp thụ có hiệu quả (bao gồm cả sự truyền âm lại phòng nguồn). Nguồn âm để đo  $A_2$  cũng được sử dụng để đo ( $L_2$ ), do đó sự hấp thụ diễn ra khi đo cả hai phép đo. Xác định sự hấp thụ âm ở phòng nhận  $A_2$ , như sau:

a) Khởi phát nguồn âm ở phòng nhận trong vài giây, sau đó tắt đi và ghi đồ thị biểu thị sự suy giảm của mức áp lực âm thanh trong phòng tại dải tần số 1/3 octave. Điều này được tiến hành hiệu quả nhất đối với tất cả các dải tần số sử dụng bộ phân tích thời gian và máy tính. Để đo được mức suy giảm cho từng dải tần số 1/3 octave, trước tiên phải lựa chọn một điểm trên đồ thị càng gần điểm 0,1 s càng tốt, sau khi tắt nguồn âm. Lựa chọn điểm thứ hai trên đường cong tại ít nhất 20 dB nhưng không lớn hơn 25 dB thấp hơn ở mức áp lực âm thanh so với điểm đầu. Điểm thứ hai này phải ít nhất 10 dB trên mức âm thanh nền. Xác định đường thẳng tiệm cận với vị trí đồ thị suy giảm giữa hai điểm này. Độ dốc (d) của đường thẳng cho tỷ lệ suy giảm của mức áp lực âm thanh, tính theo dB/s. Điều chỉnh từng đường cong riêng biệt hoặc đến đường cong là trung bình của nhiều điểm.

Tốc độ suy giảm phối âm ở từng dải tần số phải bằng ít nhất 3 lần tốc độ suy giảm trong phòng, do vậy phép đo tỷ lệ suy giảm âm thanh là không bị lệch. Có thể sử dụng micrô chuyển động, micrô tĩnh hoặc micrô góc để thử trường âm thanh suy giảm. Đối với micrô cố định, sử dụng ít nhất 3 vị trí micrô và ít nhất 5 phép đo tại mỗi vị trí. Đối với micrô chuyển động và micrô góc, sử dụng ít nhất 10 phép đo độ suy giảm.

b) Micrô đặt tại góc để đo tốc độ suy giảm - Để chỉ đo tốc độ suy giảm, có thể đặt micrô tại góc nhà gần với bề mặt giao diện mà ở đó áp lực âm thanh là lớn nhất.

c) Tính toán sự hấp thụ âm thanh trong phòng,  $A_2$ , tính bằng  $m^2$ , từ công thức Sabine ứng với từng tần số:

$$A_2 = 0,921 \frac{Vd}{c}$$

trong đó:

V : thể tích phòng, tính bằng  $m^3$ ; và

d: tốc độ suy giảm áp lực âm thanh trong phòng, tính bằng dB/s;

c: tốc độ của âm thanh trong không khí, tính bằng m/s, được tính theo các điều kiện tại thời điểm thử nghiệm, theo công thức sau:

$$c = 20,047 \sqrt{273,15 + t}$$

trong đó:

t : nhiệt độ phòng nhận, tính bằng  $^{\circ}C$ .

d) Gắn kết phòng - Do hai phòng thử được gắn kết với nhau bằng mẫu thử, do đó có thể phép đo tốc độ suy giảm âm ở phòng nhận sẽ bị tác động bởi năng lượng âm thanh được truyền đến phòng nguồn và sau đó trở lại trong quá trình tản âm. Đồ thị suy giảm được đánh dấu hoặc có hai độ dốc rõ ràng. Tác động sẽ rất nhỏ nếu  $\tau_s$  nhỏ so với sự hấp thụ âm ở phòng nguồn  $A_1$  hoặc sự hấp thụ ở phòng nhận  $A_2$ , hoặc nếu  $d_1/d_2$ , tỷ số của tốc độ suy giảm ở hai phòng đủ lớn. Các yêu cầu sau đó được đáp ứng bằng cách bổ sung sự hấp thụ đến phòng nguồn cho đến khi không quan sát thấy tác động lên giá trị đo  $d_2$ .

**Chú thích:** Mở cửa phòng nguồn là cách đơn giản để bổ sung sự hấp thụ trong phòng nguồn. Sự hấp thụ bổ sung trong phòng nguồn chỉ được yêu cầu trong khi đo sự hấp thụ của phòng nhận. Nó không được có mặt khi đo  $(L_1)$  và  $(L_2)$ .

## 7.8. Tính kết quả

### 7.8.1. Tính mức tổn thất không gian, micrô

a) Ứng với từng dải tần số, tính mức hao tổn không gian tương ứng ( $L$ ) theo công thức:

$$L = 10 \log \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{L_i/10} \right]$$

trong đó:

$L_i$ : một tập hợp mức hao tổn lấy tại vị trí  $n$ .

**Chú thích:** Phương pháp thử này qui ước, nếu  $X$  là ký hiệu cho một đại lượng vật lý,  $\log X$  biểu thị cho logarit thông thường của giá trị số của đại lượng.

7.8.2. Tính mức tổn thất không gian, micrô chuyển động - Khi sử dụng micrô chuyển động liên tục thì mức tổn thất không gian có thể nhận được trực tiếp từ sự phối âm thanh.

7.8.3. Tính giá trị trung bình  $A_2$  - Tính giá trị trung bình số học của các giá trị  $A_2$  đo được theo 7.7.4.

7.8.4. Tính sự tổn thất truyền âm (TL):

$$TL = L_1 - L_2 + 10 \log S/A_2$$

trong đó:

TL: tổn thất truyền âm, tính bằng dB;

$L_1$ : mức áp lực âm thanh trung bình trong phòng nguồn, tính bằng dB;

$L_2$ : mức áp lực âm thanh trung bình trong phòng nhận, tính bằng dB;

S: diện tích mẫu thử hở ra tại phòng nhận, tính bằng  $m^2$ ;

$A_2$ : sự hấp thụ âm thanh ở phòng nhận có mẫu thử, tính bằng  $m^2$ dB.

**Chú thích:** Hiệu số của  $(L_1)$  và  $(L_2)$  trong công thức đã nêu trong 7.8.4 chính là sự giảm tiếng ồn.

7.8.5. Phương pháp này áp dụng đối với phép đo có sử dụng dải tần số 1/3 octave và tính toán sự tổn thất truyền âm. Không cho phép đo sự tổn thất truyền âm dải octave bởi vì hình dạng của phổ rất nhạy ở phòng nguồn và cũng rất nhạy đối với các chi tiết của đặc tính tổn thất truyền âm của panen thử. Trong thực tế, khi có yêu cầu giá trị tổn thất truyền âm dải octave, phải tính toán theo công thức:

$$TL_{\text{Oct},f_c} = -10 \log \left[ \frac{1}{3} \sum_{B=B_c-1}^{B_c+1} 10^{-TL_B/10} \right]$$

trong đó:

$f_c$ : dải tần số trung octave ưu tiên.

Phép tính tổng số được làm trên ba giá trị TL của dải 1/3 octave: một tại tần số  $f_c$  với số dải B, và các dải 1/3 octave liền kề với số dải  $B_c + 1$  và  $B_c - 1$ . Các giá trị tổn thất truyền âm dải octave được tính từ công thức này, xấp xỉ với giá trị đo được khi phổ trong phòng nguồn có mức áp lực âm thanh như nhau ở từng dải octave.

## 7.9. Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo thử nghiệm phải gồm các thông tin sau:

- mô tả mẫu thử (kết cấu, vật liệu, xuất xứ, kích thước mẫu và chi tiết về việc bảo dưỡng và tình trạng thử mẫu);
- mô tả phương pháp lắp dụng mẫu vào ô mở (kể cả vị trí của các khung cạnh và cách xử lý mối nối với ô thử. Việc sử dụng và loại trát kín, gioăng, băng, hoặc chất liên kết xung quanh hoặc bên trong mối nối, đều được ghi báo cáo).
- Ngày chế tạo và tiến hành thử nghiệm.
- Nhiệt độ và độ ẩm phòng thử nghiệm;
- Thể tích các phòng thử;
- Giá trị tổn thất truyền âm được làm tròn số đến 1 dB đối với dải tần số theo 6.8;
- Các ghi nhận đặc biệt trong quá trình thử;
- Số hiệu tiêu chuẩn này.



**Tấm 3D dùng trong xây dựng - Phần 3: Hướng dẫn lắp dựng***3D construction panels - Part 3: Guide for installation***1. Phạm vi áp dụng**

Tiêu chuẩn này hướng dẫn việc lắp dựng tấm 3D và công tác thi công bê tông trong quá trình thi công nhà và công trình bằng các tấm 3D. Việc nghiệm thu công trình phải theo đúng thiết kế thi công.

Khi thi công, ngoài việc áp dụng các qui định nêu trong tiêu chuẩn này còn phải tuân thủ các hồ sơ thiết kế và các tiêu chuẩn chuyên ngành khác có liên quan về tổ chức thi công, kỹ thuật an toàn trong xây dựng, qui định về phòng cháy chống cháy trong xây lắp cũng như các tiêu chuẩn về nghiệm thu công trình xây dựng.

**2. Tài liệu viện dẫn**

Các tài liệu viện dẫn sau là cần thiết khi áp dụng tiêu chuẩn. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm ban hành thì áp dụng bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm ban hành thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả bản sửa đổi (nếu có).

TCVN 2682 : 1999 Xi măng poóc lăng - Yêu cầu kỹ thuật.

TCVN 5592 : 1991 Bê tông nặng - Yêu cầu bảo dưỡng ẩm tự nhiên.

TCVN 6260 : 1998 Xi măng poóc lăng hỗn hợp - Yêu cầu kỹ thuật.

TCVN 7575-1 : 2007 Tấm 3D dùng trong xây dựng - Phần 1: Qui định kỹ thuật.

TCXDVN 302 : 2004 Nước trộn bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật.

**3. Qui định chung**

- 3.1. Công tác lắp dựng công trình bằng các tấm 3D phải do các tổ chức có trình độ chuyên ngành, đã được huấn luyện và đào tạo chuyên môn thực hiện.
- 3.2. Tấm 3D dùng làm kết cấu chịu lực cho công trình phải phù hợp với TCVN 7575-1: 2007 và thiết kế thi công.
- 3.3. Chỉ tiến hành dựng lắp các tấm 3D sau khi thi công và nghiệm thu móng. Trong quá trình lắp dựng phải thường xuyên kiểm tra độ chính xác và xác định vị trí thực tế các tấm đã đặt. Trước khi kết thúc kiểm tra, cân chỉnh và cố định các tấm 3D, các kết quả kiểm tra (sau khi liên kết cố định) được ghi trong bản vẽ hoàn công.
- 3.4. Thực hiện lắp dựng tấm 3D theo trình tự sau: 1) Chuẩn bị tấm 3D và các tấm nối; 2) Công tác lắp dựng; 3) Kiểm tra nghiệm thu công tác lắp dựng; 4) Công tác thi

công bê tông; 5) Công tác bảo dưỡng bê tông; 6) Kiểm tra nghiệm thu công tác thi công bê tông.

- 3.5. Việc lắp ghép các tấm 3D và các trang thiết bị được tiến hành theo thiết kế thi công, trong đó phối hợp các sơ đồ lắp ghép, biểu đồ nâng tấm 3D và thiết bị công nghệ. Trước khi nâng các tấm 3D, chú ý kiểm tra các tấm 3D sạch, không bị bám dầu, hóa chất ... đảm bảo đúng qui định.
- 3.6. Trong thiết kế thi công lắp đặt tấm 3D phải áp dụng các phương pháp lắp ghép, kết nối phù hợp, đặc biệt chú ý:
- Đặc điểm về vị trí và điều kiện thời tiết của khu vực lắp ghép;
  - Hình dạng, kích thước công trình; kích thước, khối lượng các tấm 3D;
  - Trình tự lắp dựng kết cấu, có xét đến giải pháp đảm bảo thi công xen kẽ giữa lắp dựng các tấm 3D và các thiết bị công nghệ, vệ sinh, thông gió...;
  - Chọn phương tiện cầu lắp, thiết bị thi công, bảo đảm sự đồng bộ của quá trình lắp ghép;
  - Nghiên cứu biện pháp đảm bảo độ chính xác trong lắp ghép;
  - Sử dụng các phụ kiện như thanh nẹp, tấm ke ép góc, thép và tấm lưới nối tăng cường... phù hợp theo thiết kế thi công;
  - Đảm bảo độ cứng vững của kết cấu, không bị biến dạng trong quá trình tổ hợp khối lớn và lắp ghép vào vị trí thiết kế, cũng như đảm bảo độ bền vững của toàn bộ công trình;
- 3.7. Đối với các tấm có kích thước khác, khi thi công dựng lắp chú ý:
- Xác định sự phù hợp giữa kích thước, khối lượng tấm 3D với các phương tiện thi công;
  - Xác định vị trí các mối nối tạo thuận lợi cho công tác buộc, hàn, ghép tổ hợp;
  - Đặt thêm các chi tiết hỗ trợ cho công tác vận chuyển, bốc xếp, lắp dựng... tấm 3D và các loại vật liệu khác;
  - Đánh dấu các vị trí để đảm bảo trình tự hợp lý khi vận chuyển, lắp dựng;
  - Áp dụng các biện pháp nhằm nâng cao độ chính xác khi lắp dựng các tấm 3D.
- 3.8. Trước khi lắp dựng các tấm 3D, phải chú ý chuẩn bị các điều kiện thi công cơ bản như đối với công trình xây dựng thông thường.
- 3.9. Ngoài các hướng dẫn nêu trong tiêu chuẩn này, việc thi công dựng lắp công trình bằng tấm 3D còn phải theo hướng dẫn lắp dựng của nhà chế tạo.

## **4. Quy trình lắp dựng tấm 3D**

### **4.1. Công tác chuẩn bị**

#### **4.1.1. Chuẩn bị tấm 3D và các tấm lưới nối**

- 4.1.1.1. Tấm 3D và các tấm lưới nối sử dụng cho công trình phải được kiểm tra theo các qui định ghi trên nhãn phù hợp TCVN 7575-1 : 2007. Chú ý khi vận chuyển tấm 3D và phụ kiện đến công trình đảm bảo các mối hàn không bị

bung. Trường hợp số các mối hàn bị bung lớn hơn 3 % tổng số mối hàn của các thanh giằng chéo trên một tấm 3D, hoặc các mối hàn bị bung tập trung nhiều tại một khu vực trên tấm 3D, cần xử lý hoặc có thể buộc lại bằng dây kẽm, tương tự như buộc nối các tấm 3D.

- 4.1.1.2. Tấm lưới nối và phủ ô cốt: dùng để nối chỗ tiếp giáp giữa hai tấm 3D cạnh thẳng, hoặc trong trường hợp tấm lưới thép bị cắt bỏ để lắp đặt đường ống, hoặc khi cắt rạch lớp lưới của tấm 3D để làm tường cong... tấm nối có cùng kích thước ô lưới và cỡ sợi thép giống lưới phủ để tạo ra một lớp lưới gia cố liên tục. Tấm lưới phủ có hình chữ nhật, kích thước chiều dài và chiều rộng lớn hơn kích thước tương ứng của ô cốt ít nhất là 20 cm.

Để đảm bảo cốt thép liên tục, các điểm nối chông phải được thiết kế đảm bảo lực kéo được truyền đến ít nhất hai điểm hàn. Trong trường hợp các bộ phận chịu vòng, chiều dài chông lên nhau phải lớn gấp đôi để đảm bảo an toàn.

- 4.1.1.3. Tấm lưới tăng cường góc (ke ép góc) có dạng hình chữ L: dùng để tăng cường các góc vuông hợp thành từ hai tấm 3D, hoặc giữa tường ngoài với tường ngăn, giữa tấm sàn và tấm tường, giữa cầu thang với tường.... Kích thước của tấm lưới tùy thuộc vào chiều dày các loại tấm 3D, thông thường có kích thước cơ bản là 20 cm x 20 cm hoặc 30 cm x 30 cm (xem ví dụ trong Phụ lục A).

Trường hợp các góc hợp thành giữa các cấu kiện trên không phải là góc vuông, có thể bẻ tấm ke ép góc cho phù hợp.

- 4.1.1.4. Tấm lưới tăng cường ô cửa, ô trống... có hình chữ nhật, thường đặt chéo 45° so với góc ô trống và được buộc vào cả hai bên lớp lưới tại các góc của các ô đó (xem Phụ lục A).

Các tấm lưới tăng cường có kích thước ô lưới là 5 cm x 10 cm hoặc 10 cm x 10 cm; được hàn theo cùng nguyên tắc của lưới thép tấm 3D; đường kính sợi thép làm lưới có thể bằng hoặc nhỏ hơn đường kính của của thép cấu tạo tấm 3D (xem Phụ lục A).

- 4.1.2. Cắt và tăng cường chỗ cắt cho tấm 3D

- 4.1.2.1. Các tấm 3D khi bị cắt để làm ô cửa, lắp đặt đường ống, hoặc làm khung cửa... đều phải được gia cường.

- 4.1.2.2. Xác định vị trí cần cắt trên tấm 3D, đánh dấu lên lớp xốp polystyren (EPS), sau đó dùng các dụng cụ chuyên dụng cắt bỏ các thanh sắt của tấm lưới và xốp. Sau đó kiểm tra, bảo đảm các vết cắt chính xác và vuông góc với bề mặt tấm 3D.

*Chú thích: Có thể dùng dụng cụ phun hơi nóng chuyên dụng để đốt bỏ lớp xốp polystyren (EPS). Cảnh báo: Bảo đảm an toàn cháy, nổ, hơi độc, không để ảnh hưởng đến người lao động.*

- 4.1.2.3. Sau khi cắt xong, đặt tấm lưới nhỏ phủ chéo lên các góc của ô trống. Trong một số trường hợp như gia cố sàn, tường, liên kê tường và sàn, khung cửa...

phải gia cường bằng thép chữ U hoặc thép tròn để tăng cường khả năng chịu lực thích hợp. Loại và số lượng thép gia cường lấy theo thiết kế.

#### 4.2. Công tác nền móng

4.2.1. Sau khi thi công và nghiệm thu nền móng theo thiết kế, chuẩn bị tiến hành công tác thi công lắp dựng tấm 3D.

4.2.2. Hệ thống thép chờ được chuẩn bị đồng thời với quá trình chuẩn bị cốt thép làm móng. Thép chờ có chiều cao từ 40 cm đến 60 cm. Khoảng cách giữa hai thanh thép chờ tối đa là 50 cm. Các thanh thép chờ phải thẳng hàng để thuận lợi cho công tác lắp dựng tấm 3D. Khoảng cách giữa hai hàng thép chờ phụ thuộc chiều dày tấm 3D.

4.2.3. Sau khi hoàn thiện móng, tiến hành kiểm tra và nghiệm thu. Trước khi lắp dựng tấm 3D làm tường phải đảm bảo bề mặt móng phẳng, sạch không bám bụi và các dị vật.

#### 4.3. Lắp dựng tấm 3D làm tường

4.3.1. Chuẩn bị tấm 3D, phụ kiện, thiết bị và dụng cụ thi công, thanh chống, nẹp, thép buộc... theo chủng loại qui định trong bản vẽ thiết kế thi công.

4.3.2. Dựng tấm 3D lên móng sao cho thép chờ nằm giữa khoảng hở giữa lớp xốp polystyren (EPS) và lớp lưới tấm 3D. Buộc thép chờ với lưới của tấm 3D để cố định vị trí.

4.3.3. Tại góc công trình, trên mặt móng, dựng hai tấm 3D đầu tiên vuông góc với nhau. Dùng thanh chống, chống phần trên tấm 3D để tấm 3D thẳng đứng. Dùng dụng cụ định vị chuyên dụng để cố định vị trí hai tấm tại góc tường. Sau khi kiểm tra, cố định vị trí hai tấm 3D, sau đó buộc cố định tấm ke ép góc (xem Phụ lục A) vào góc trong và ngoài của hai tấm 3D.

Dựng tiếp các tấm tường 3D, đo kiểm tra và canh thẳng hàng các tấm, sau đó buộc sơ bộ sao cho các tấm thẳng đứng. Dùng thanh nẹp thẳng chuyên dụng nẹp chặt các tấm 3D tường về một phía của tấm tường để cố định.

Sử dụng thanh nẹp chuyên dụng giúp cho quá trình lắp dựng nhanh chóng và chính xác, đồng thời tấm tường cũng được canh thẳng. Giữ thẳng tường bằng hai thanh nẹp tại hai vị trí trên và dưới (khoảng 1/3 và 2/3 chiều cao của tấm 3D) của tổ hợp tấm (thường là 3 tấm). Trong suốt quá trình lắp ghép, phải kiểm tra để duy trì được độ thẳng của toàn bộ bức tường.

4.3.4. Phải có tấm lót dưới chân các thanh chống nẹp tường để bảo đảm thanh chống không bị lún, có thể gây nghiêng tường, sụt sàn hoặc mái trong quá trình thi công. Thông thường thanh nẹp tường có hai vị trí để kết nối với thanh chống. Gắn thanh chống vào thanh nẹp tường và điều chỉnh đến khi đảm bảo giữ tường thẳng đứng.

Thanh chống được chống phía ngoài tường, giúp cho công tác phun phủ bê tông thuận lợi. Sau khi phun phủ mặt trong tường có thể phun lớp mặt ngoài. Sau 2 ngày đến 3 ngày có thể tháo toàn bộ hoặc tháo trước 1/2 số lượng thanh chống.

4.3.5. Có thể dùng tấm lưới nổi để lắp ghép và buộc nối các tấm 3D với nhau, hoặc nếu tấm 3D có cấu tạo cạnh liên kết "âm - dương" thì ghép hai tấm 3D với nhau bằng cách đặt một cạnh lưới của tấm này phủ lên cạnh lưới của tấm kia và ngược lại.

- 4.3.6. Công tác buộc nối các tấm 3D đóng vai trò rất quan trọng trong quá trình lắp dựng. Hai tấm 3D được buộc nối không kỹ hoặc không đủ số lượng mỗi buộc sẽ gây nứt cấu kiện sau khi phun phủ bê tông và vữa. Dây thép dùng để buộc nối các cấu kiện có đường kính 1 mm.
- 4.4. Lắp dựng tấm 3D làm sàn
- 4.4.1. Tấm tường 3D sau khi lắp dựng sẽ là giá đỡ cho tấm sàn. Chỉ lắp dựng tấm sàn 3D sau khi hệ thống tường đã được lắp dựng cố định. Đặt ngang các tấm 3D lên đỉnh các tấm tường sau đó buộc nối sơ bộ vào các đỉnh tường.
- 4.4.2. Dựng các thanh chống dưới các tấm sàn 3D để chống lún và cố định tấm sàn. Nên dùng các tấm ván nhỏ lót trên đỉnh thanh chống để tránh lực tập trung có thể gây bung mối hàn, tránh đặt thanh chống thẳng vào lớp xốp polystyren (EPS) của tấm 3D vì có thể gây sụt tấm sàn khi đổ bê tông. Đảm bảo khoảng cách giữa các thanh chống từ 1 m đến 1,5 m, tùy theo hoạt tải thi công.
- 4.4.3. Lắp và buộc chặt ke góc vào góc giữa tường và sàn để tăng cường mối nối tường và cố định vị trí của tấm sàn. Phải lắp và buộc lưới ke góc vào góc trong và góc ngoài tường - sàn.
- 4.4.4. Các tấm sàn kề nhau được buộc nối với nhau như các tấm 3D làm tường, nên lắp thanh nẹp thẳng để giữ phẳng các tấm làm sàn, đồng thời có tác dụng canh phẳng các tấm 3D làm sàn. Các thanh nẹp này được nẹp phía trên tấm sàn để thuận lợi cho công tác lắp dựng thanh chống cũng như phun phủ mặt dưới sàn.
- 4.4.5. Có thể buộc nối các tấm 3D thành tấm sàn hoàn chỉnh ở dưới đất sau đó đưa lên lắp đặt vào đúng vị trí thiết kế. Khi lắp dựng theo cách này bắt buộc phải sử dụng thanh nẹp phẳng. Trong nhiều trường hợp, thi công theo cách này sẽ thuận lợi hơn.
- 4.4.6. Sau khi lắp đặt sàn 3D lên tường, cần kiểm tra lại độ thẳng của các tấm tường và sàn. Buộc chặt sàn với tường, giữ các bức tường cố định và giằng các tấm tường không bị chuyển vị khi phun bê tông.
- 4.5. Lắp dựng cầu thang
- 4.5.1. Bản và chiều nghỉ của cầu thang được lắp dựng bằng tấm 3D, thi công tương tự như một tấm sàn nghiêng theo hướng của cầu thang.
- 4.5.2. Đặt một đầu tấm 3D làm bản thang lên bản móng đầu cầu thang đã chuẩn bị trước. Uốn các thanh thép neo theo độ nghiêng của cầu thang và buộc chặt vào lưới tấm 3D để giữ chặt đầu cầu thang khi phun phủ lớp bê tông sau này.
- 4.5.3. Buộc sơ bộ bản thang vuông góc với tấm tường, sau đó ép và buộc chặt tấm ke góc vào góc tạo thành từ tường và cầu thang để giữ chặt cầu thang vào tường. Tấm ke góc được buộc vào góc trên và dưới của góc tạo thành từ bản thang với tường.
- 4.5.4. Tấm ke góc còn dùng để buộc nối giữa bản thang và chiều nghỉ. Trường hợp này phải uốn tấm ke góc theo độ nghiêng giữa bản thang và chiều nghỉ. Ngoài ra có thể cần tăng cường thêm cốt thép chịu lực, uốn theo độ nghiêng giữa bản thang và chiều nghỉ theo thiết kế, sau đó buộc chặt lên tấm ke góc để tăng cường liên kết bản thang và chiều nghỉ.

- 4.5.5. Chiều nghiêng cũng có thể được xem như một tấm sàn nhỏ, vì vậy khi thi công phải đặt các thanh chống, đỡ dưới chiều nghiêng.
- 4.6. Lắp đặt các trang thiết bị nằm trong tấm 3D
- 4.6.1. Các trang thiết bị theo thiết kế công trình thông thường gồm có: khung cửa, các đường ống, và các lỗ kỹ thuật.
- 4.6.2. Các trang thiết bị nếu được thiết kế gắn trong tường, hoặc sàn thì phải lắp đặt ngay sau khi hoàn tất công tác lắp dựng tấm 3D và trước khi phun phủ bê tông.
- 4.6.3. Thực hiện lắp đặt các đường ống kỹ thuật bằng cách luồn các đường ống vào trong khoảng trống giữa lưới thép và lớp xốp polystyren (EPS) của tấm 3D (sau khi đã lắp dựng đúng vị trí). Tuy nhiên trong một vài trường hợp cần cắt bỏ một hoặc nhiều hàng lưới thép của tấm 3D.
- 4.6.4. Trong trường hợp phải cắt bỏ nhiều hàng lưới thép của tấm 3D, tránh cắt bỏ hệ thống thanh giằng chéo. Trong trường hợp không tránh được, sau khi lắp đặt các thiết bị xong, phải buộc tấm lưới tăng cường phủ lên trên phần lưới đã cắt bỏ. Sau đó dùng các vật liệu không thấm nước để che, đậy ổ cắm, công tắc, vòi nước... ngăn không cho bê tông lọt vào khi tiến hành phun, tô/trát.
- 4.7. Kiểm tra nghiệm thu công tác lắp dựng
- 4.7.1. Kiểm tra nghiệm thu công tác lắp dựng phải dựa trên hồ sơ thiết kế và thi công, đồng thời áp dụng các qui định hiện hành về công tác kiểm tra và nghiệm thu trong xây dựng.
- 4.7.2. Việc kiểm tra nghiệm thu công tác lắp dựng các tấm 3D nhằm mục đích:
- Xác định chất lượng kết cấu so với thiết kế;
  - Đánh giá chất lượng công tác lắp ghép;
  - Kiểm tra mức độ hoàn thành của công trình/hạng mục công trình sau khi đã lắp ghép xong và xác định khả năng thi công các công việc tiếp theo;
  - Kịp thời sửa chữa các điểm không phù hợp trong quá trình lắp ghép.
- 4.7.3. Tiến hành kiểm tra và nghiệm thu công tác lắp dựng bao gồm cả việc kiểm tra thiết bị, các điều kiện thi công, vị trí lắp đặt, mối nối và số lượng mối nối, cốt pha, bao gồm cả kiểm tra công tác hoàn thiện để sửa các khuyết tật, và báo cáo các kết quả thử nghiệm (nếu cần). Cụ thể gồm các việc chính sau:
- Chất lượng các tấm vật liệu 3D theo TCVN 7575-1 : 2007;
  - Mức độ chính xác của việc lắp ghép các cấu kiện, độ kín khít của các chỗ tiếp giáp giữa các cấu kiện với nhau và với các tấm lưới tăng cường;
  - Chất lượng hoàn thiện các mối buộc nối các tấm 3D;
  - Việc thực hiện các yêu cầu đặc biệt khác, nếu có.
- 4.7.4. Phải tiến hành kiểm tra nghiệm thu các phần khuất lắp của:

- Các phần tiếp giáp trước khi dựng tiếp phần trên;
- Các gối đỡ và mặt ghép của cấu kiện;
- Mối hàn các thép chờ, hàn liên kết và các chi tiết đặt sẵn;
- Chèn kín các khe hở và mối nối;
- Đường ống và các lỗ chờ kỹ thuật.

4.7.5. Khi nghiệm thu các tấm 3D đã lắp ghép, phải có các văn bản sau đây:

- Chứng chỉ xuất xưởng của các tấm 3D;
- Các văn bản xác định chất lượng các vật liệu liên quan;
- Bản vẽ hoàn công lắp ghép các cấu kiện;
- Biên bản hoặc bản vẽ các thay đổi so với thiết kế;
- Nhật ký công tác lắp ghép;
- Biên bản nghiệm thu công tác khuất lắp;
- Kết quả kiểm tra mối hàn (nếu có);
- Bản liệt kê các chứng chỉ chứng nhận trình độ chuyên môn của công nhân tham gia thi công.

## 5. Công tác thi công bê tông

### 5.1. Quy định chung

- 5.1.1. Chỉ tiến hành công tác thi công bê tông sau khi đã hoàn thành việc nghiệm thu công tác lắp dựng các tấm 3D.
- 5.1.2. Hỗn hợp bê tông được phun phủ đầy vào khoảng không gian giữa lớp xốp và lưới thép, trên cả hai mặt của tấm 3D, phun từ dưới lên trên; đối với sàn, phun mặt dưới sàn trước sau đó đổ bê tông mặt trên của tấm sàn. Chiều dày và cường độ bê tông theo qui định của thiết kế.
- 5.1.3. Chuẩn bị hỗn hợp bê tông và vữa theo yêu cầu thiết kế, đúng quy trình, đảm bảo thời gian thi công giúp cho công tác phun thuận lợi, không gây tắc vòi phun. Có thể chuẩn bị hỗn hợp bê tông và vữa tại công trường, hoặc trộn sẵn tại nhà máy, theo phương pháp khô hoặc ướt, sau đó vận chuyển đến công trường bằng thiết bị chuyên dụng.
- 5.1.4. Tiến hành phun hỗn hợp bê tông trực tiếp lên tấm tường hoặc sàn bằng phương pháp cơ giới và bán cơ giới. Thông thường sử dụng phương pháp cơ giới (máy phun).
- 5.1.5. Các sai số cho phép trong xây dựng như chiều dày lớp bê tông, lớp áo hoàn thiện phải theo hồ sơ thiết kế và phù hợp với tiêu chuẩn qui định kỹ thuật đối với công trình và phù hợp với yêu cầu của tấm 3D (TCVN 7575-1 : 2007).
- 5.1.6. Trong trường hợp công trình thi công nằm giữa hai công trình hiện hữu, có thể lắp cốp pha tường và bơm bê tông tự chảy. Lưu ý phải đảm rung nhẹ đảm bảo hỗn hợp bê tông phủ đều tấm tường, tránh vón cục hoặc có bọt khí, sau đó bảo dưỡng đầy đủ theo quy định hiện hành.

## 5.2. Chế tạo hỗn hợp bê tông và vữa

### 5.2.1. Vật liệu

5.2.1.1. Xi măng: sử dụng xi măng poóc lăng theo TCVN 2682 : 1999 và/hoặc TCVN 6260:1998.

### 5.2.1.2. Cốt liệu

Để đảm bảo khả năng thi công, cốt liệu phải chứa một lượng tối thiểu các hạt mịn đến 0,125 mm, lượng còn lại trên sàng 0,125 phải ít nhất từ 4 % - 5 % và không vượt quá 8 %.

Cỡ hạt sử dụng phụ thuộc vào cường độ yêu cầu và phụ thuộc vào công nghệ, tính năng của máy bơm.

Bột đá: sử dụng loại vật liệu này để tăng lượng hạt mịn. Thông thường dùng đá vôi nghiền mịn.

Cát mịn: phần lớn lượng hạt mịn được sử dụng là cát mịn. Tuy nhiên, cần nghiên cứu kỹ trước khi sử dụng.

### 5.2.1.3. Nước

Sử dụng nước để trộn bê tông theo TCXDVN 302 : 2004.

### 5.2.1.4. Phụ gia

Có thể sử dụng phụ gia thích hợp để cải thiện các đặc tính kỹ thuật của hỗn hợp bê tông, nhưng phải đảm bảo không ảnh hưởng đến cốt thép, mục đích sử dụng và phải phù hợp với phương pháp thi công, tiến độ thi công. Chú ý sử dụng theo hướng dẫn của nhà sản xuất.

## 5.2.2. Chuẩn bị hỗn hợp bê tông và vữa

5.2.2.1. Có thể trộn hỗn hợp bê tông và vữa tại công trường, hoặc sử dụng hỗn hợp bê tông và vữa trộn sẵn, hỗn hợp bê tông và vữa trộn khô.

5.2.2.2. Thông thường dùng máy phun vận hành bằng máy nén khí để phun hỗn hợp bê tông và vữa trộn khô. Chọn công suất máy phun theo quy mô công trình để tránh lãng phí nhưng vẫn đảm bảo tiến độ thi công. Thường sử dụng máy phun với máy nén khí có công suất 7 m<sup>3</sup>/phút và áp suất là 8 bar.

5.2.2.3. Khi áp dụng phương pháp phun khô, phải làm ướt lớp bê tông phủ trong trước khi tiến hành thi công lớp vữa phủ ngoài. Nếu không sẽ không có sự dính kết giữa hai lớp.

5.2.2.4. Phương pháp trộn ướt được sử dụng nhiều trong thi công tấm 3D, có thể sử dụng loại máy phun nhỏ nhưng vẫn đảm bảo phun được hỗn hợp bê tông, phù hợp cho thi công công trình bằng tấm 3D. Khi sử dụng phương pháp trộn ướt cần kiểm tra khả năng bơm, đây là một chỉ tiêu rất quan trọng; tính chất này không đo được nhưng có thể xác định được qua kinh nghiệm và bơm thử, có một số phép thử đơn giản như bóp cho vữa chảy qua các kẽ tay, thử nghiệm chảy qua phiêu... cho phép ước lượng khả năng bơm của vật liệu.



Hỗn hợp bê tông hoặc vữa được trộn ướt bằng máy sau đó chuyển sang thiết bị chứa trộn đều, thiết bị nén hơi thổi hỗn hợp trộn ướt qua vòi phun. Thiết bị chứa trộn đều có chức năng sàng, loại hỗn hợp bị vón cục hay có cốt liệu lớn, tránh hiện tượng tắc nghẽn trong vòi phun.

Khi phun phủ lớp vữa phủ ngoài, nên đồng thời hoàn thiện bề mặt lớp phủ ngoài.

### 5.3. Thi công bê tông

#### 5.3.1. Thi công lớp bê tông phủ trong

Chuẩn bị hỗn hợp bê tông và thi công lớp bê tông phủ trong ngay sau khi nghiệm thu công tác lắp dựng. Hỗn hợp bê tông được phun vào cả hai mặt bên của tấm 3D đạt độ dày như thiết kế qui định. Phun bê tông đến ngang bằng lớp lưới thép phủ, lớp bê tông này không cần láng để tạo khả năng kết dính tốt với lớp vữa phủ ngoài sau này. Bê tông được bảo dưỡng phù hợp theo quy định và điều kiện môi trường.

#### 5.3.2. Thi công lớp vữa phủ ngoài

Tiến hành thi công lớp vữa phủ ngoài sau khi lớp bê tông phủ trong đóng rắn, có thể thi công bằng máy hoặc bằng tay và sau đó làm phẳng. Lớp vữa phủ ngoài có chiều dày theo thiết kế qui định. Trong trường hợp thi công nhanh, có thể tiến hành thi công lớp vữa phủ ngoài ngay sau khi lớp bê tông phủ trong đã bắt đầu đóng cứng. Thông thường là từ 45 phút đến 2 giờ. Phải hết sức chú ý bảo dưỡng bê tông và vữa khi thi công.

### 5.4. Bảo dưỡng và xử lý sau khi phun bê tông/vữa

5.4.1. Sau khi phun bê tông, phải đảm bảo công trình không bị chấn động. Việc bảo dưỡng bê tông theo TCVN 5592 : 1991.

5.4.2. Cần có biện pháp giải quyết vấn đề giãn nở nhiệt ẩm của lớp vữa phía ngoài tường và mái dưới tác động của khí hậu nóng ẩm. Do biến dạng nhiệt độ, lớp vữa này có thể sẽ rạn nứt gây thấm dột làm han gỉ cốt thép và giảm tính cách nhiệt. Đồng thời cũng cần nghiên cứu giải quyết kết cấu hợp lý đảm bảo bền vững lâu dài trong điều kiện khí hậu Việt Nam.

5.4.3. Trong trường hợp xuất hiện các vết nứt, phải nghiên cứu, tìm nguyên nhân và xử lý thích hợp. Phụ lục B giới thiệu một số biện pháp xử lý vết nứt.

### 5.5. Kiểm tra nghiệm thu công tác bê tông

5.5.1. Trong quá trình thực hiện công tác bê tông phải kiểm tra các hạng mục sau: kiểm tra thiết bị thi công, máy trộn bê tông, thành phần và chất lượng hỗn hợp bê tông, vị trí vòi phun, các dưỡng đo độ dày,... đồng thời kiểm tra công tác hoàn thiện, bảo dưỡng cũng như chuẩn bị mẫu thử, tiến hành thử mẫu bê tông theo đúng quy định.

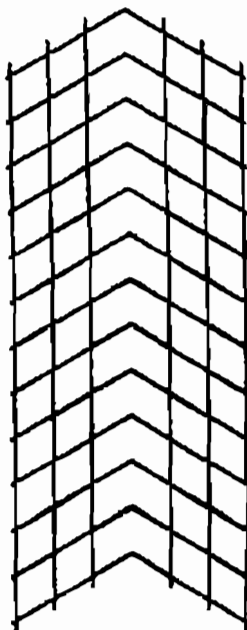
5.5.2. Phải tiến hành đo, kiểm tra chiều dày lớp bê tông phủ trong và lớp vữa tô/trát ngoài theo thiết kế. Trong trường hợp tăng cường thép ngoài lớp lưới, kiểm tra đảm bảo chiều dày lớp bê tông phủ trong đủ để phủ kín thép tăng cường.

## Phụ lục A

(tham khảo)

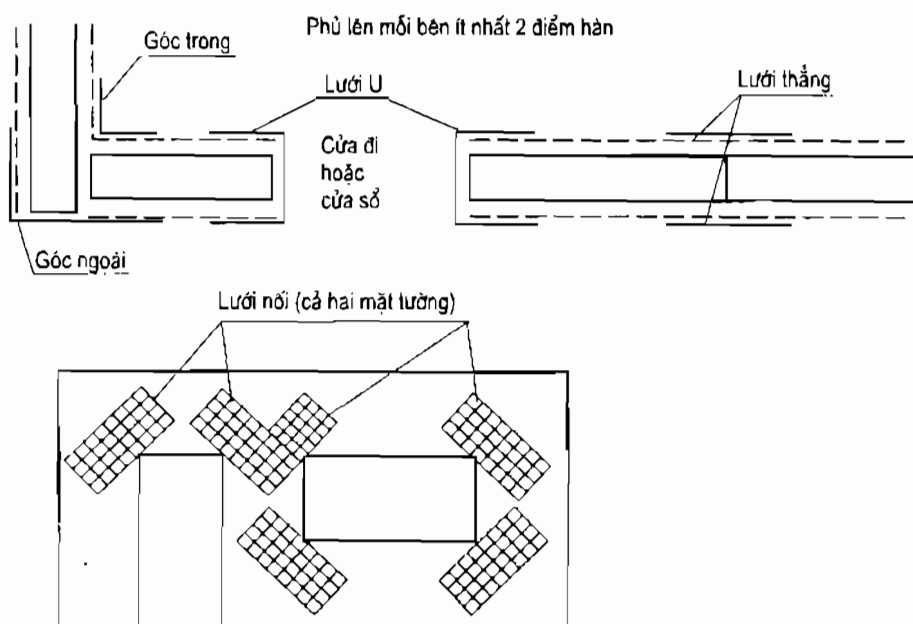
# VÍ DỤ CÁC KIỂU NỐI VÀ GIA CƯỜNG TẤM 3D

### A.1. Tấm lưới nối vuông góc

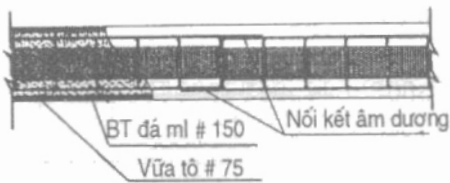


Chi tiết tấm ke góc

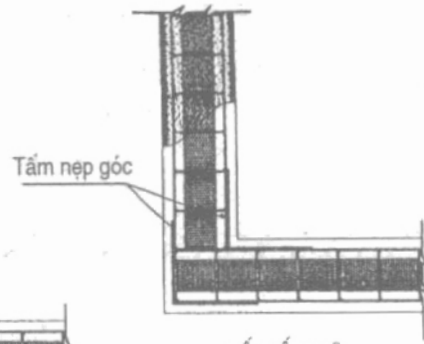
### A.2. Tấm lưới nối và gia cường bằng thép chữ U



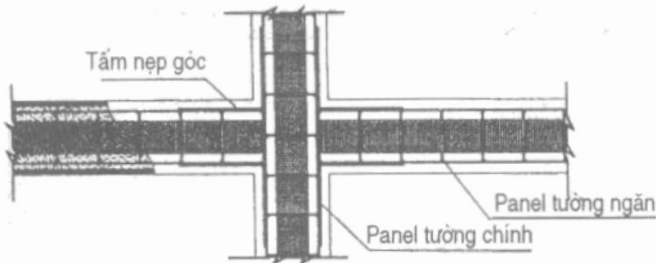
### A.3. Các loại nối kết tấm 3D



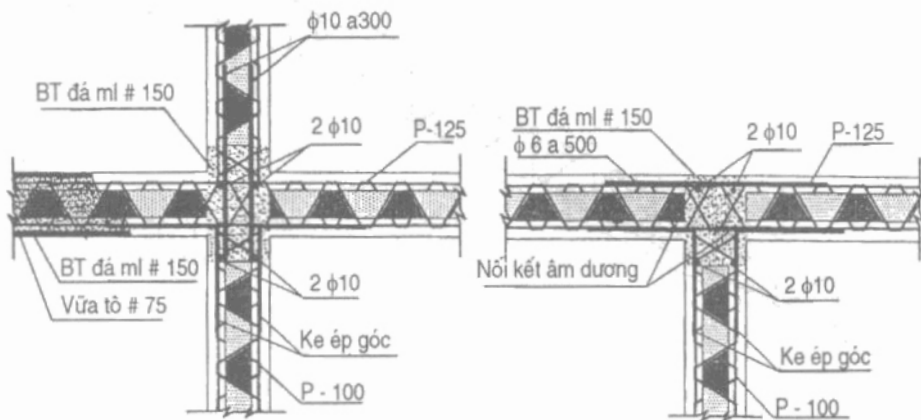
NỐI KẾT ẨM DƯƠNG



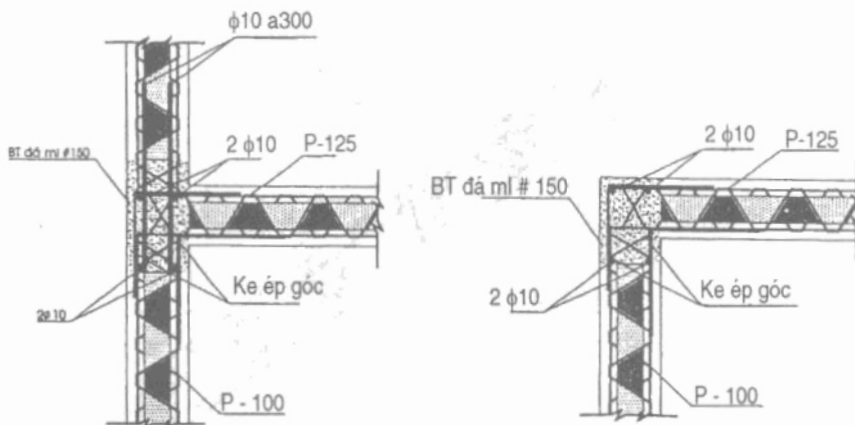
NỐI KẾT 90°



NỐI KẾT VÁCH NGĂN

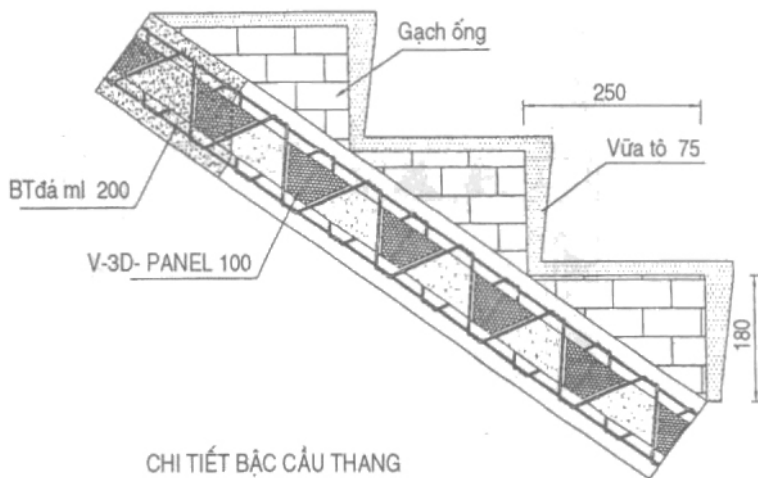
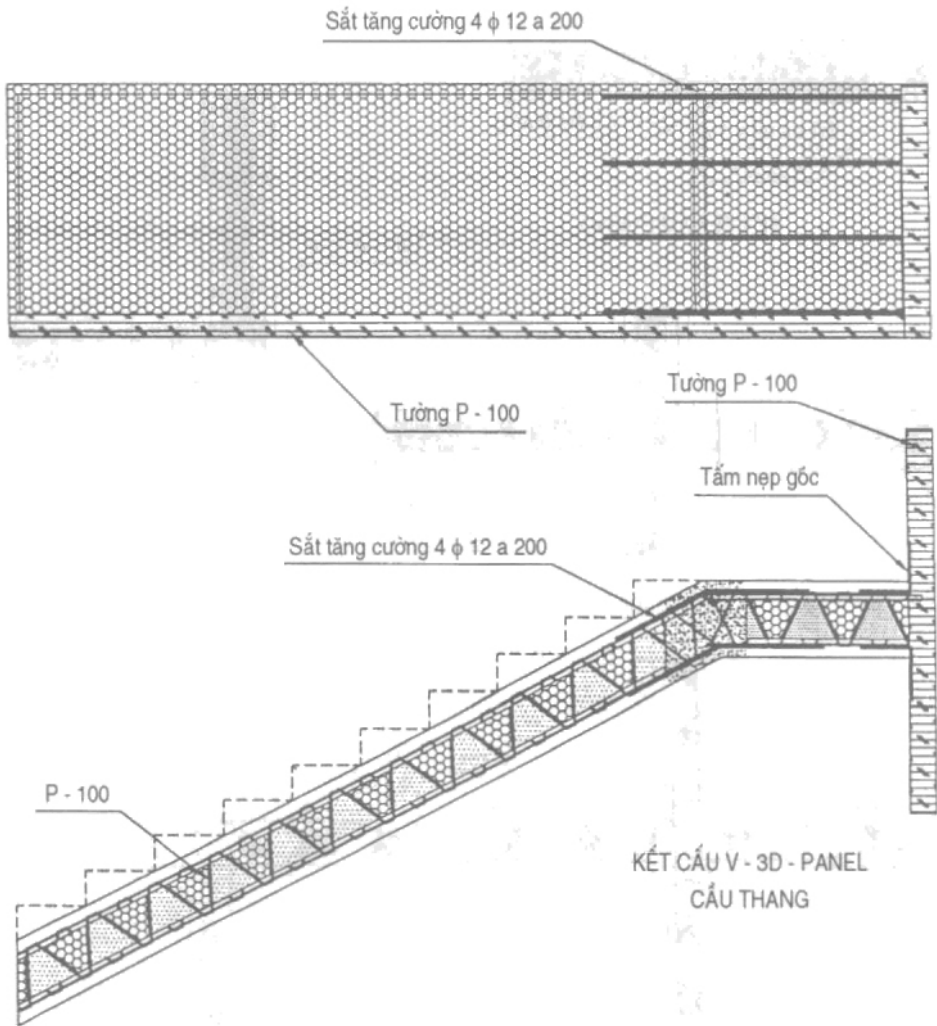


NỐI KẾT SÀN & VÁCH TRONG



NỐI KẾT SÀN & VÁCH NGOÀI

#### A.4. Lắp dựng cầu thang bằng tấm 3D



## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Design Details as per Din - Code, EVG, 2002, [WWW.theeedee.Co.nz](http://WWW.theeedee.Co.nz).
2. Ngô Quang Tường, Phạm Hiệp Lực, Đào Duy Thông. *Quy trình thiết kế tấm vật liệu 3D*, 2004.
3. Ngô Quang Tường, Phạm Hiệp Lực, Đào Duy Thông. *Quy trình thi công tấm vật liệu 3D*, 2004.
4. Trần Đình Ngô. *Tấm xây dựng 3D*, NXB Trẻ, TP. Hồ Chí Minh, 2002.
5. TS. Đỗ Kiến Quốc. *Đề tài nghiên cứu khoa học năm 2002*. Đại học Bách khoa TP. Hồ Chí Minh.
6. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 7575-2 : 2007.
7. Tài liệu về vật liệu 3D của Công ty Cổ phần Thế kỷ mới TP. Hồ Chí Minh.

# MỤC LỤC

<b>PHẦN 1. QUY TRÌNH THIẾT KẾ TẤM VẬT LIỆU 3D</b>	<b>5</b>
<b>Chương 1: TỔNG QUAN VỀ KẾT CẤU XÂY DỰNG BẰNG TẤM VẬT LIỆU 3D</b>	<b>5</b>
1.2. Kích thước tiêu chuẩn của tấm 3D	6
1.3. Bê tông	7
<b>Chương 2: TÍNH TOÁN TẤM 3D</b>	<b>8</b>
2.1. Yêu cầu khi tính toán các cấu kiện 3d theo khả năng chịu lực	8
2.3. Tính toán cấu kiện chịu cắt	12
2.4. Tính toán cấu kiện chịu nén	19
2.5. Tính toán độ võng	22
<b>Chương 3: THIẾT KẾ NHÀ BẰNG TẤM VẬT LIỆU 3D</b>	<b>25</b>
3.1. Tính toán sàn	25
3.2. Dầm	32
3.3. Thiết kế tường	37
<b>Chương 4: CÔNG TRÌNH 3D ĐÚC SẴN</b>	<b>41</b>
4.1. Giới thiệu	41
4.2. Tường đúc sẵn	41
4.3. Tấm sàn đúc sẵn	43
4.4. Tính toán kết cấu	46
4.5. Chi tiết	48
<b>Chương 5: CẤU TẠO MỘT SỐ CHI TIẾT</b>	<b>49</b>
<b>Chương 6: CÁCH TÍNH TOÁN THEO CÁC TÁC GIẢ VÀ CÁC NHÀ NGHIÊN CỨU HIỆN HÀNH Ở VIỆT NAM</b>	<b>57</b>
6.1. Các bước tính toán	57
6.2. Modul đàn hồi trượt tương đương $g_x$ của lớp giữa gồm thép xiên và mốp theo phương chịu lực	57
6.3. Modul đàn hồi trượt tương đương $g_x$ của lớp giữa gồm thép xiên và mốp theo phương ngang	58
6.4. Modul đàn hồi tương đương $e_{gd}$ của lớp giữa gồm thép xiên và mốp theo phương chịu lực	58
6.5. Tính modul đàn hồi tương đương $e_{td}$ và modul đàn hồi trượt tương đương $G_{TD}$ theo 2 phương của toàn bộ tiết diện	59
<b>Chương 7: CÁC VÍ DỤ TÍNH TOÁN</b>	<b>60</b>
7.1. Thiết kế sàn	60

7.2. Thiết kế tường ngoài	68
7.3. Lanh tô cửa	70
7.4. Tường trong	72
<b>PHẦN 2. QUY TRÌNH THI CÔNG TẤM VẬT LIỆU 3D</b>	74
<b>Chương 1: THI CÔNG NHÀ BẰNG TẤM 3D</b>	74
1.1. Các công đoạn thi công nhà bằng tấm 3D	74
1.2. Các công đoạn thi công nhà nhiều tầng	85
1.3. Phương pháp thi công bê tông	87
1.4. Vật liệu xây dựng tấm 3d	90
1.5. Kiểm định chất lượng công trình	100
1.6. Các sự cố có thể xảy ra khi thi công	102
<b>Chương 2: ĐỊNH MỨC THI CÔNG NHÀ 3D</b>	108
<b>PHẦN 3. PHỤ LỤC</b>	114
<i>Tài liệu tham khảo</i>	169

# **QUY TRÌNH THIẾT KẾ VÀ THI CÔNG TẤM VẬT LIỆU 3D**

*Chịu trách nhiệm xuất bản:*

**TRỊNH XUÂN SƠN**

<i>Biên tập:</i>	<b>NGUYỄN THỊ BÌNH</b>
<i>Chế bản:</i>	<b>TRẦN THU HOÀI</b>
<i>Sửa bản in:</i>	<b>NGUYỄN THỊ BÌNH</b>
<i>Trình bày bìa:</i>	<b>VŨ BÌNH MINH</b>

---

In 500 cuốn khổ 19 x 27cm, tại xưởng in Nhà xuất bản Xây dựng. Giấy chấp nhận đăng kí kế hoạch xuất bản số 380-2010/CXB/5-34/XD ngày 17 - 5 - 2010. Quyết định xuất bản số 132/QĐ-XBXD ngày 25 - 5 - 2010. In xong nộp lưu chiểu tháng 5



$\frac{6X6-03}{XD - 2010}$  380 - 2010

**Giá : 57.000đ**