

## MỤC LỤC

Đề mục	Nội dung	Trang
<b>Mục lục</b>		
<b>Danh mục chữ cái viết tắt</b>		
<b>Danh mục bảng biểu</b>		
<b>Mở đầu</b>		
<b>Chương 1</b>	<b>KHÁI NIỆM VỀ THI CÔNG BÊ TÔNG DƯỚI NƯỚC</b>	
1.1	Khái niệm thi công bê tông dưới nước	
1.2	Đặc điểm các cấu kiện bê tông dưới nước	
<b>Chương 2</b>	<b>BÊ TÔNG DÙNG ĐỂ THI CÔNG DƯỚI NƯỚC</b>	
2.1	Thành phần chính	
2.2	Thành phần phụ gia	
<b>Chương 3</b>	<b>MỘT SỐ GIẢI PHÁP THI CÔNG KẾT CẤU BÊ TÔNG DƯỚI NƯỚC BẰNG PHƯƠNG PHÁP VỮA DÂNG</b>	
3.1		
3.2		
<b>Chương 4</b>	<b>QUY TRÌNH THI CÔNG KẾT CẤU BÊ TÔNG DƯỚI NƯỚC BẰNG PHƯƠNG PHÁP VỮA DÂNG</b>	
4.1		
4.2		
<b>Chương 5</b>	<b>NHỮNG ĐỀ SUẤT VỀ SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP VỮA DÂNG ĐỂ THI CÔNG CÁC KẾT CẤU BÊ TÔNG DƯỚI NƯỚC</b>	
5.1		
5.2		
<b>Kết luận</b>		
<b>Tài liệu tham khảo</b>		

### Danh mục chữ viết tắt

<b>Viết tắt</b>	<b>Viết đầy đủ</b>
BT	Bê tông
BTCT	Bê tông cốt thép
BTDN	Bê tông dưới nước
PP TCVD	Phương pháp thi công vữa dâng
QTTC	Quy trình thi công
PPTC RO	Phương pháp thi công rút ống
PPTC MĐ	Phương pháp thi công mở đáy

### Danh mục bảng biểu

<b>Tên bảng</b>	<b>Trang</b>
Bảng 1. Đường kính ống đổ lấy theo tốc độ đổ	
Bảng 2. Tốc độ cấp vữa cho mỗi ống	

## Mở đầu

Đại dương, sông và hồ thường rất đẹp, nhưng chúng không nhất thiết là nơi thuận tiện để xây dựng mọi thứ. Tuy nhiên, nhiều loại cơ sở hạ tầng mà chúng ta phụ thuộc hàng ngày, bao gồm cầu cảng, những cây cầu và đập, đã được xây dựng dưới nước. Một số công trình cống, hầm, công trình biển cũng phải thi công dưới nước.

Các dạng công trình thường đổ bê tông dưới nước như:

- Trụ cầu;
- Vỏ hầm dưới sông, hồ, biển;
- Cống, đập nước;
- Các công trình kè bờ sông, biển;
- Hồ móng dưới trụ cột, cọc, tháp,...

Cho dù công trường xây dựng nằm dưới đáy hồ hay sông, hay đơn giản là nằm trong vùng đồng bằng ngập nước và chỉ gặp rủi ro trong thời tiết khắc nghiệt, các kỹ sư và nhà thầu xây dựng đã suy nghĩ và cân nhắc đáng kể đến tính khả thi và chi phí của việc thi công kết cấu bằng bê tông hay bê tông cốt thép dưới nước.

Việc xây dựng trong nước hoặc các cấu trúc ven biển, nền tảng là bằng cách xây dựng caisson. Caisson là một khoang trung gian của hệ thống dưới nước. Nước được bơm ra khỏi khoang này trước khi đổ bê tông. Các phần khác của cấu trúc ven biển được đúc sẵn trên đất liền và được kết nối vào hệ thống dưới nước.

Hình 1 dưới đây là một giả pháp thi công kết cấu bê tông cốt thép dưới nước. Việc xây dựng trong nước hoặc các cấu trúc ven biển, nền tảng là bằng cách xây dựng caisson. Caisson là một khoang trung gian của hệ thống dưới nước. Nước được bơm ra khỏi khoang này trước khi đổ bê tông. Các phần khác của cấu trúc ven biển được đúc sẵn trên đất liền và được kết nối vào hệ thống dưới nước.

Có rất nhiều phương pháp thi công kết cấu BT và BTCT đổ tại chỗ dưới nước. Đây là cách thi công đặc biệt, vì bê tông được đổ vào khuôn trong điều kiện xung quanh là nước ngập thường xuyên.

Trong báo cáo này Nhóm tác giả thực hiện nghiên cứu đổ bê tông dưới nước bằng phương pháp vữa dâng với đề tài nghiên cứu :“**Thi công kết cấu bê tông dưới nước bằng phương pháp vữa dâng**”.



*Hình 1. Một cách thi công kết cấu BT hay BTCT dưới nước*

#### **Mục tiêu của đề tài:**

- Tìm hiểu về các phương pháp thi công kết cấu bê tông dưới nước;
- Đề cập quy trình thi công kết cấu bê tông dưới nước bằng phương pháp vữa dâng

#### **Nội dung nghiên cứu bao gồm các mục sau:**

- i. Đặc điểm của các cấu kiện bê tông dưới nước
- ii. Bê tông dùng để thi công kết cấu dưới nước
- iii. Các giải pháp thi công kết cấu bê tông dưới nước
- iv. Quy trình thi công kết cấu bê tông dưới nước bằng phương pháp vữa dâng
- v. Các kết luận và kiến nghị sử dụng phương pháp vữa dâng để thi công các kết cấu bê tông dưới nước

#### **Kết quả đạt được:**

- Rút ra quy trình thi công kết cấu bê tông dưới nước bằng phương pháp vữa dâng.
- Điều kiện và lĩnh vực áp dụng phương pháp vữa dâng khi thi công các kết cấu bê tông dưới nước.

## **CHƯƠNG I. KHÁI NIỆM VỀ THI CÔNG BÊ TÔNG DƯỚI NƯỚC**

### **I.1. Khái niệm về thi công bê tông dưới nước**

Có hai phương pháp thi công kết cấu bê tông dưới nước chính như sau:

- Phương pháp hút nước tạo khoảng không ngăn cách nước rồi tiến hành đổ bê tông như cách thi công trong môi trường không có nước.
- Phương pháp không hút nước và đổ bê tông mà xung quanh vẫn có nước. Phương pháp đổ bê tông dưới nước được tiến hành khi không hút cạn được nước trong các trường hợp sau:

- + Xây dựng móng nông, móng cọc.
  - + Bịt đáy cọc ống, giếng chìm, các loại vòng vây.
- Không hút được nước là do:
- + Nước chảy vào hồ móng quá lớn.
  - + Có hiện tượng cát chảy.

### **II.2. Đặc điểm các cấu kiện bê tông dưới nước**

Các cấu kiện bê tông hay bê tông cốt thép dưới nước có các đặc điểm như sau:

- Khi thi công phải có biện pháp cách ly, tháo khô hau hút cạn nước;
- Thành phần của bê tông phải đảm bảo không phân lớp;
- Không cho nước tiếp xúc, thâm nhập vào vữa tránh tình trạng làm cho tỷ lệ nước xi măng tăng lên làm giảm cường độ của bê tông;
- Bê tông cần có thành phần đông cứng nhanh để có thể tháo ván khuôn sớm;
- Do kết cấu sẽ làm việc thường xuyên trong môi trường nước do đó cần thiết kể bê tông chịu được ăn mòn, rửa lửa hay bào mòn khi có nước có áp tác động vào kết cấu.

## **CHƯƠNG II. BÊ TÔNG DÙNG ĐỂ THI CÔNG DƯỚI NƯỚC**

### **II.1. Thành phần chính của bê tông để thi công dưới nước**

#### ***Xi măng:***

Xi măng dùng cho bê tông vữa dâng phải là loại đông cứng trong nước. Có thể dùng các loại xi măng poóc lăng, xi măng poóc lăng xi, xi măng chống sunfat.

- Cường độ của xi măng phải lớn hơn 1,5 - 2 lần cường độ của vữa.

- Thời gian sơ ninh không nhỏ hơn 1h.
- Xi măng không bị vón hòn vón cục.
- Trong những trường hợp có yêu cầu đặc biệt, phải tiến hành thí nghiệm xác định các chỉ tiêu của xi măng xem có đáp ứng được hay không mới được sử dụng.
- Ngoài những qui định nêu trên xi măng phải đạt được các tiêu chuẩn kỹ thuật đã qui trong quy trình hiện hành.

#### ***Nước dùng cho bê tông đổ dưới nước***

- Nước dùng cho bê tông vữa dâng phải tuân theo các qui định chung của quy trình hiện hành.
- Trong công trình phụ tạm có thể sử dụng nước tại công trình, nhưng phải thí nghiệm xem có ảnh hưởng tới tốc độ đông cứng của xi măng và cường độ hay không. Nếu ảnh hưởng làm xi măng đông cứng quá nhanh hay làm giảm cường độ thì nước này không dùng được.

#### ***Cát :***

- Cát dùng cho vữa dâng phải dùng loại cát có môđyn độ lớn từ 1,5 - 2.
- Cỡ hạt không lớn quá 5 mm.
- Trường hợp yêu cầu bê tông mác cao hơn 170 có thể dùng cát loại lớn, nhưng phải thiết kế tuyển chọn tỉ lệ thành phần vữa cẩn thận, và phải thỏa mãn các yêu cầu chung của vữa dâng trong quy trình này.
- Các chỉ tiêu khác qui định trên, phải tuân theo các quy định trong quy trình hiện hành.

#### ***Đá dăm***

- Cường độ của đá :  $600 \text{ kG/cm}^2$ .
- Cấp phối và cỡ đá :
  - + Tùy kích thước công trình dày mỏng, lớn nhỏ mà sử dụng các loại đá :

4x6; 6x8; 8x12; 12x15; 15x20; 20x40.

+ Phải đảm bảo  $D_{\max} = (1/4)d$ ,

Trong đó :  $D_{\max}$  : cỡ đá lớn nhất (cm).

d : Chiều dày nhỏ nhất của công trình (cm).

## **II.2. Phụ gia**

### ***Phụ gia dẻo***

- Phụ gia dẻo có tác dụng chống phân tầng chống lắng tắc ống và kéo dài thời gian đông đặc, tăng hoạt tính bề mặt làm cho vữa có độ lưu động cao.
- Ngoài ra còn tăng được chất lượng cho bê tông vì vậy nhất thiết trong vữa dâng phải sử dụng phụ gia hóa dẻo.
- Hàm lượng phụ gia thông thường 0,5% so với lượng xi măng và tỉ trọng đảm bảo 1,16 - 1,18.
- Trường hợp sử dụng xi măng đông cứng nhanh hoặc cần thiết kéo dài thời gian thi công có thể sử dụng hàm lượng lớn hơn, nhưng phải qua thí nghiệm xác định.

### ***Phụ gia đông cứng nhanh***

Trường hợp cần thiết tăng tiến độ thi công cũng có thể sử dụng phụ gia đông cứng nhanh. Nhưng cần thí nghiệm trước khi thi công. Trong quá trình thi công vữa dâng phải được chỉ đạo thận trọng và phải thí nghiệm thời gian ngưng kết ban đầu để không gây tắc ống.

## **CHƯƠNG III. MỘT SỐ GIẢI PHÁP THI CÔNG BÊ TÔNG DƯỚI NƯỚC**

### **III.1. Các phương pháp đổ bê tông trong nước**

Hiện nay người ta thường dùng các phương pháp thi công bê tông dưới nước bao gồm:

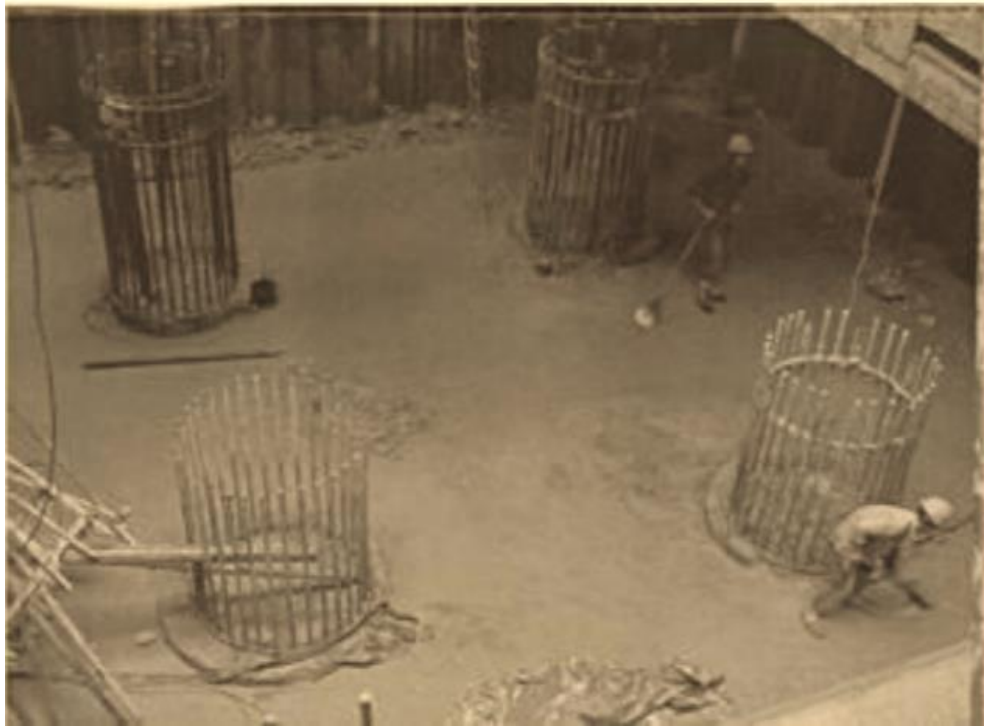
- Phương pháp mở thùng mở đáy;
- Phương pháp đổ dồn nước;
- Phương pháp đổ bằng bao tải;
- Phương pháp rút ống thẳng đứng;
- Phương pháp vữa dâng.

### **III.2. Phương pháp mở thùng đáy**

Cách thức tiến hành như sau ( xem hình 1 và hình 2):

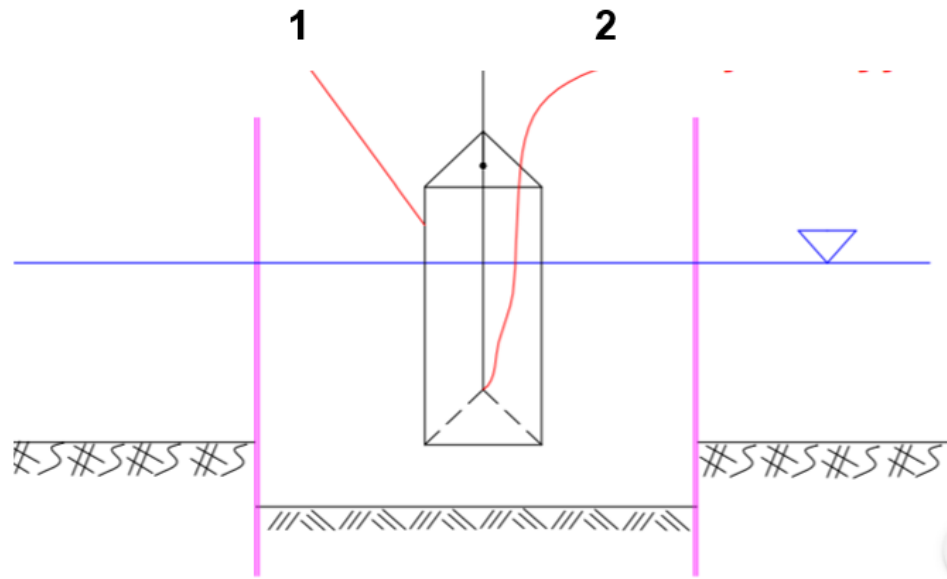
- Dùng loại thùng đặc biệt chứa đầy bê tông tươi rồi thả xuống nước tới đáy hố móng, tiến hành mở đáy để giải phóng bê tông. Mở đáy có nhiều cách: thùng được lắp chốt phía ngoài rồi thợ lặn trực tiếp mở đáy; hoặc dùng dây đứng trên bờ mở đáy.

- Chú ý kiểm tra chắc chắn nắp đã được mở hết trước khi kéo thùng lên khỏi mặt nước không để tình trạng bê tông rơi trong nước; nên chọn thể tích thùng bằng thể tích bê tông cần đổ.
- Cách này cho chất lượng không cao và áp dụng khi khối lượng ít.



*Hình .1. Bê tông bịt đáy*





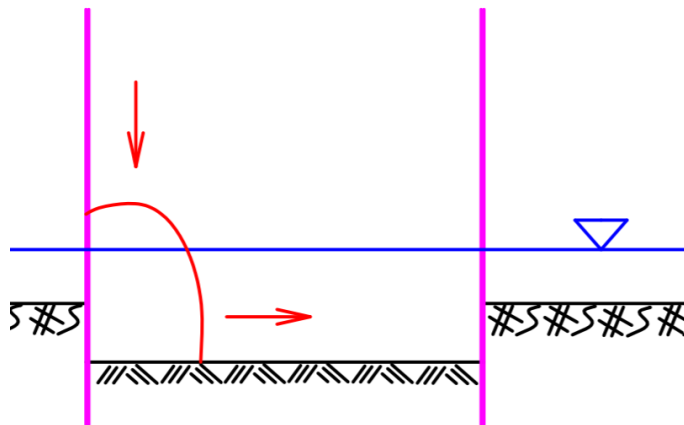
1. Thùng đổ , 2. Dây mở đáy

Hình .2. Thùng mở đáy

### III.3.Phương pháp đổ dồn nước:

Cách tiến hành như sau ( xem hình 3)

- Cách đổ là mẻ đầu tiên được trộn với khối lượng lớn và đổ tập trung vào góc hồ móng sao cho mặt bê tông lộ ra khỏi mặt nước và cũng tại chỗ đó đổ bê tông liên tục để đùn các lớp đã tiếp xúc với nước tiến về phía trước.
- Phương pháp này cho chất lượng cấu kiện không cao và áp dụng khi khối lượng ít và mực nước thấp, nước không chảy thành dòng hay có sóng đánh.

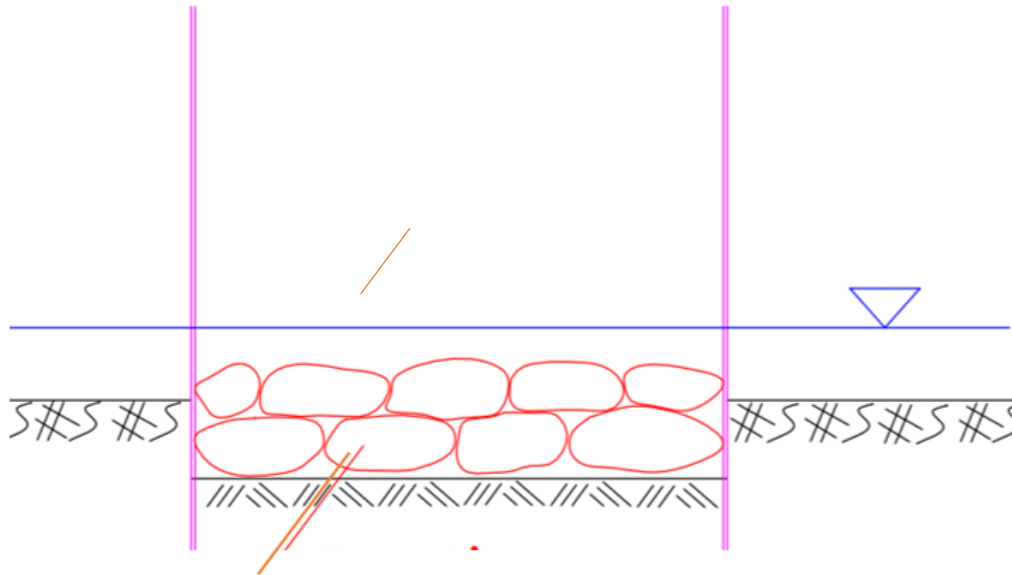


Hình .3. Đổ dồn nước

### III.4. Phương pháp đổ bằng bao tải:

Cách thức tiến hành như trên hình 4 theo các bước sau:

- Bê tông được cho vào bao tải và buộc bằng dây thừng dễ tháo, sau đó hạ nhẹ nhàng bao tải dần sát đáy hố móng và cuối cùng đứng trên bờ kéo dây mở bao tải, bê tông tụt xuống.
- Nên đổ nhiều bao tải cùng 1 lúc, hết đợt này đến đợt khác nhưng phải hết sức nhẹ nhàng tránh xáo động.
- Phương pháp này cho chất lượng không cao và áp dụng khi khối lượng ít và mực nước thấp, nước tĩnh, ít dao động, không có dòng chảy,...



Bao tải

Hình .4. Đổ bằng bao tải

### III.5. Phương pháp vữa dâng:

Phương pháp này có thể đổ theo hai cách:

-*Cách 1:* Phương pháp vữa xi măng -cát dâng. Theo cách này người ta cho vữa xi măng-cát chảy theo ống cắm vào đá hộc rồi từ từ rút ống lên để vữa xi măng lấp vào các lỗ rỗng của đá hộc;

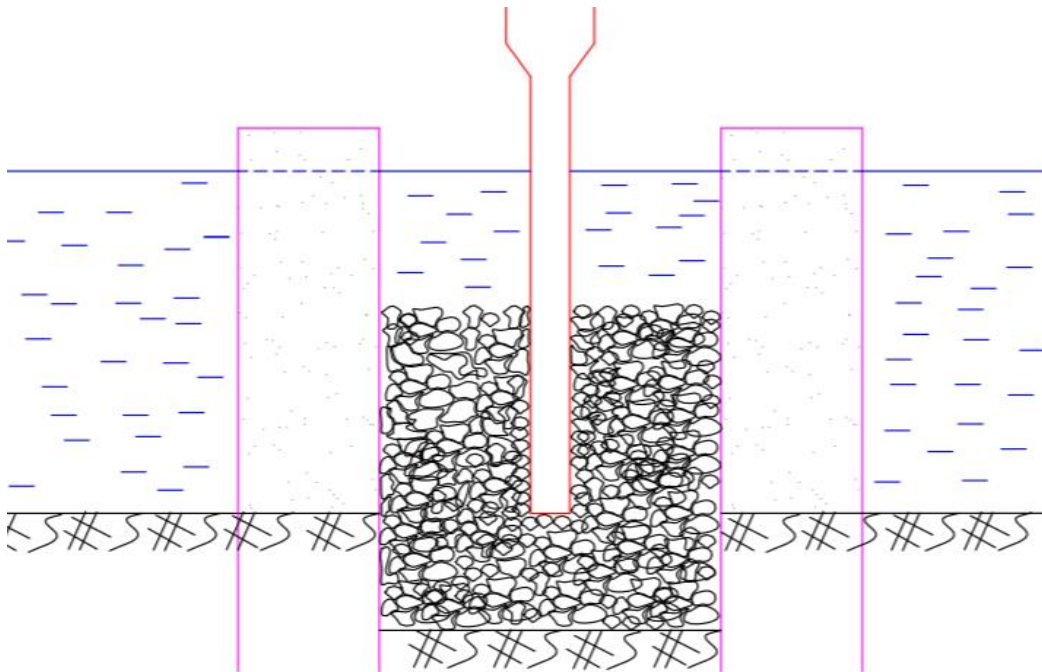
*Cách 2:* Người ta cho vữa bê tông vào ống thẳng đứng rồi rút ống thẳng đứng lên. Khi ống rút lên từ từ thì vữa bê tông lấp đầy khuôn tạo nên kết cấu.

### III.5.1. Phương pháp vữa xi măng – cát dâng.

Phương pháp này cho trên hình vẽ 5.

Cách tiến hành như sau:

- Thực hiện bằng cách đặt các ống thẳng đứng vào hố móng, đáy ống sát mặt nền, tiến hành đổ đá sỏi hoặc đá có kích thước 20-30 cm xung quanh ống, sau đó đổ đầy vữa xi măng cát vào trong ống cho đến khi ống đầy thì nhấc dần ống lên 1 cách từ từ để vữa tràn ra lấp đầy khe đá.
- Các ống đặt cách nhau 4-6 m, để ống không bị đá bịt miệng vòi cần đưa miệng ống vào trong lò xo bố trí dưới đáy hố móng. Vữa xi măng cát có tỷ lệ 1:2.5, trong cát không lẫn quá 3% hạt sét.
- Cách này thi công đơn giản năng suất cao, áp dụng khối lượng lớn.



Hình .5. Phương pháp vữa xi măng – cát dâng

### III.5.2. Phương pháp rút ống thẳng đứng:

Cách thức tiến hành theo phương pháp này cho trên các hình 6 đến hình 10 .

Các khâu được tiến hành như sau:

- Đổ bê tông vào phễu, trong phễu đã có nút giữ. Khi bê tông đủ lượng tính toán thì thả dây giữ nút, bê tông tụt xuống. Sau đó đổ liên tục vừa đổ vừa nâng dần ống lên theo phương thẳng đứng sao cho ống đổ ngập trong bê tông ít nhất 0.8 m, tuyệt đối không được dịch chuyển ngang.
- Phương pháp này cho chất lượng tốt độ chặt cao và đồng nhất. Nó được áp dụng mực nước tương đối sâu, khối lượng bê tông lớn và thường được dùng nhất.
- Muốn bê tông tràn ra ngoài cần đảm bảo ống đổ có chiều cao cần thiết.

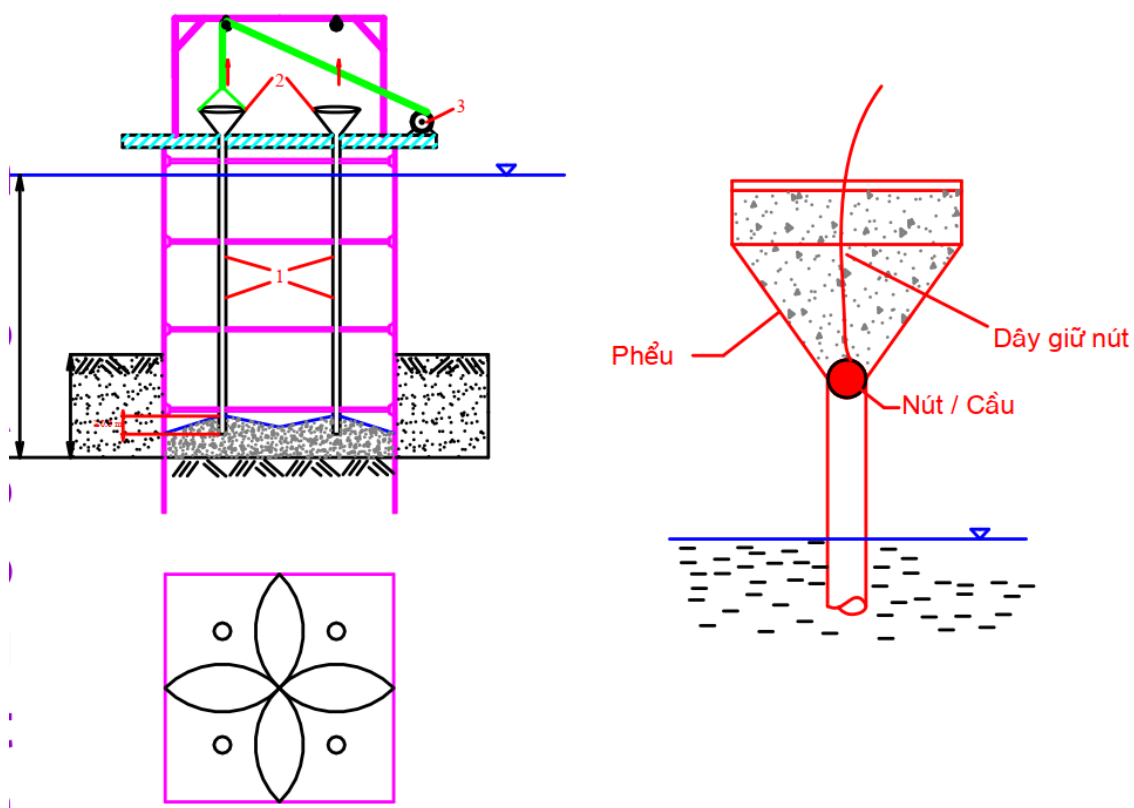
Chiều cao ống đổ tính từ mực nước đến miệng ống là:

$$h_1 = r - 0.64H$$

trong đó:

$r$  = bán kính hoạt động, m;

$H$  = chiều cao tính từ mực nước đến đáy lớp BTBĐ, m.



Hình .6. Rút ống thẳng đứng



Hình .7. Thiết bị đổ bê tông

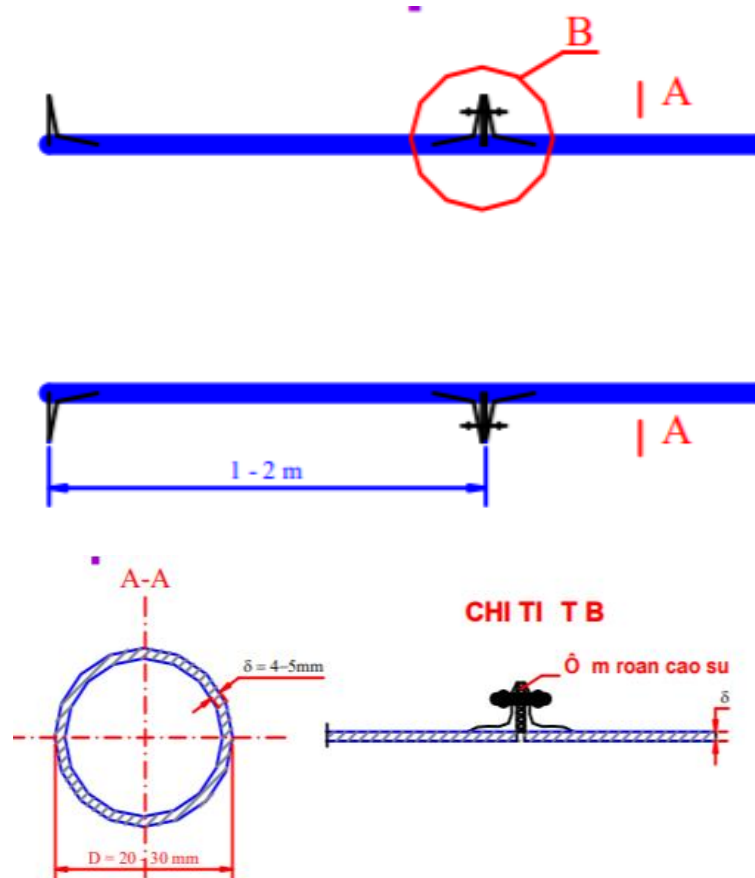
**a) - Ống đổ (Watertight tube):**

- Có thể làm bằng gỗ hoặc thép, tiết diện vuông hoặc tròn, ống gồm nhiều đoạn 1-2 m nối lại.
- Bề dày thành ống 4-6 mm, khi đổ bằng bê tông kiểu rung thì dày 6-10 mm.
- Đường kính ống đổ có thể tham khảo (theo AASHTO không < 250 mm – 10 in):

*Bảng 1. Đường kính ống đổ lấy theo tốc độ đổ*

Tốc độ đổ, m <sup>3</sup> /h	đường kính ống, cm
11	20
17	25
25	30

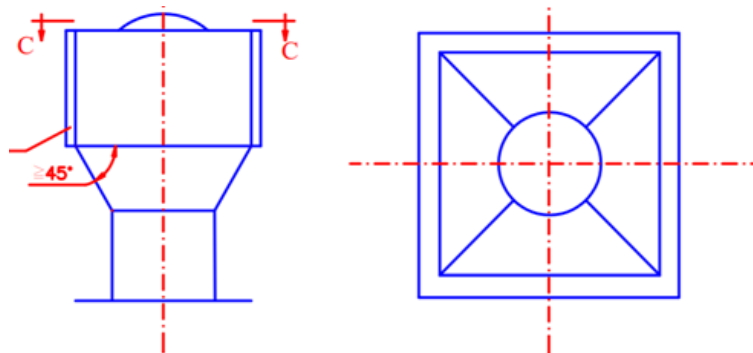
- Các ống nối với nhau bằng mối nối kiểu mặt bích bắt bulông có đệm kín bằng cao su hoặc chất dẻo dày 6 mm.
- Để cho bê tông xuống nhanh, mỗi ống đổ gắn thêm 1 đầm rung > 1 kW. Nếu chiều dài ống  $\geq 20$  m thì gắn thêm đầm rung ở giữa ống nhưng chú ý mối nối nguồn điện đến đầm rung phải được bịt kín.



Hình .8. Ống đo

**b) - Phễu (Hopper):**

- Phễu được gắn với ống đổ có thể làm bằng gỗ bịt tôn hoặc bằng thép với bề dày không  $< 4$  mm và được tăng cường bằng các thép góc.
- Góc phễu không  $< 45^\circ$ . Thể tích phễu không  $< 1.5$  thể tích ống đổ và không  $< 2 \text{ m}^3$  để đảm bảo đủ áp lực đẩy nước trong ống ra ngoài cũng như khối lượng và vận tốc bê tông khi đổ.
- Trên các phễu cần bố trí lan can để công nhân thuận tiện thao tác.
- Khi cửa xả bê tông vào phễu cao hơn 1.5 m thì cần bố trí thêm ống vòi voi để tránh phân tầng.
- Ống đổ và phễu được treo trên hệ thống nâng hạ bằng cáp hoặc palăng xích sao cho tổng chiều cao nâng hữu hiệu phải  $>$  chiều dài 1 đốt ống đổ dài nhất cộng thêm 1 m.



Hình .9. Phễu



**c) - Nút giữ/Yêu cầu:**

- Để cho bê tông không tiếp xúc với nước trong giai đoạn đầu phải dùng nút giữ dạng quả cầu bằng bao tải, bao bì với mặt cưa, ... Nó được treo tới miệng phễu trước khi đổ đầy bê tông vào phễu.
- Yêu cầu nút phải dễ tụt xuống và nổi lên mặt nước sau khi ra khỏi ống.

**d) - Chú ý:**

- Chuẩn bị nền:
  - + Thường phần lớn người ta lấy đất ra khỏi hố móng trước khi hạ cọc vì có thể sử dụng được thiết bị đào đất có năng suất cao và không ảnh hưởng đến cọc.
  - + Nếu phải đào đất sau khi đóng cọc trong điều kiện ngập nước thì tốt nhất là dùng máy hút bùn thủy lực hay khí nén, hoặc có khi dùng gàu ngoạm.
  - + Sau khi kết thúc đào đất cần vét dọn đáy móng để những cao độ lồi lõm cục bộ không chênh lệch so với thiết kế quá 0.3 m. Đặc biệt cần chú ý cẩn thận cao độ tại chỗ tiếp giáp với vòng vây và mặt bên cọc vì rất dễ dò nước khi hút nước hố móng.
  - + Số lượng ống đổ phụ thuộc vào diện tích hố móng, bán kính tác dụng ống đổ và năng suất đổ bê tông:
    - + Đảm bảo năng suất đổ qua ống không < 0.3- 0.4 m<sup>3</sup> /m<sup>2</sup> /1h.
    - + Bán kính tác dụng tính toán ống đổ R:

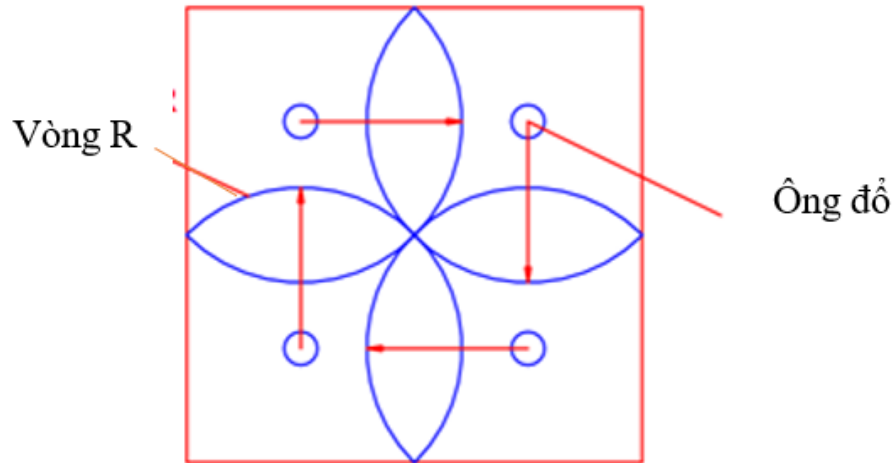
$$R \leq 6. k . I \leq 6m$$

trong đó: k = hệ số đảm bảo độ lưu động của vữa bê tông, không < (0.7-0.8)h;

I = tốc độ đổ bê tông (m/h), không < 0.3m<sup>3</sup> /m<sup>2</sup> .h .

Khi không có số liệu thì có thể lấy R = 3-4.5 m.

- + Số lượng ống đổ sao cho bê tông đùn ra khỏi ống phủ được toàn bộ diện tích đổ bê tông, bê tông đùn ống này chừa sang phạm vi đổ bê tông của không kia.
- Nói chung chúng được xác định theo hình vẽ 3.10.



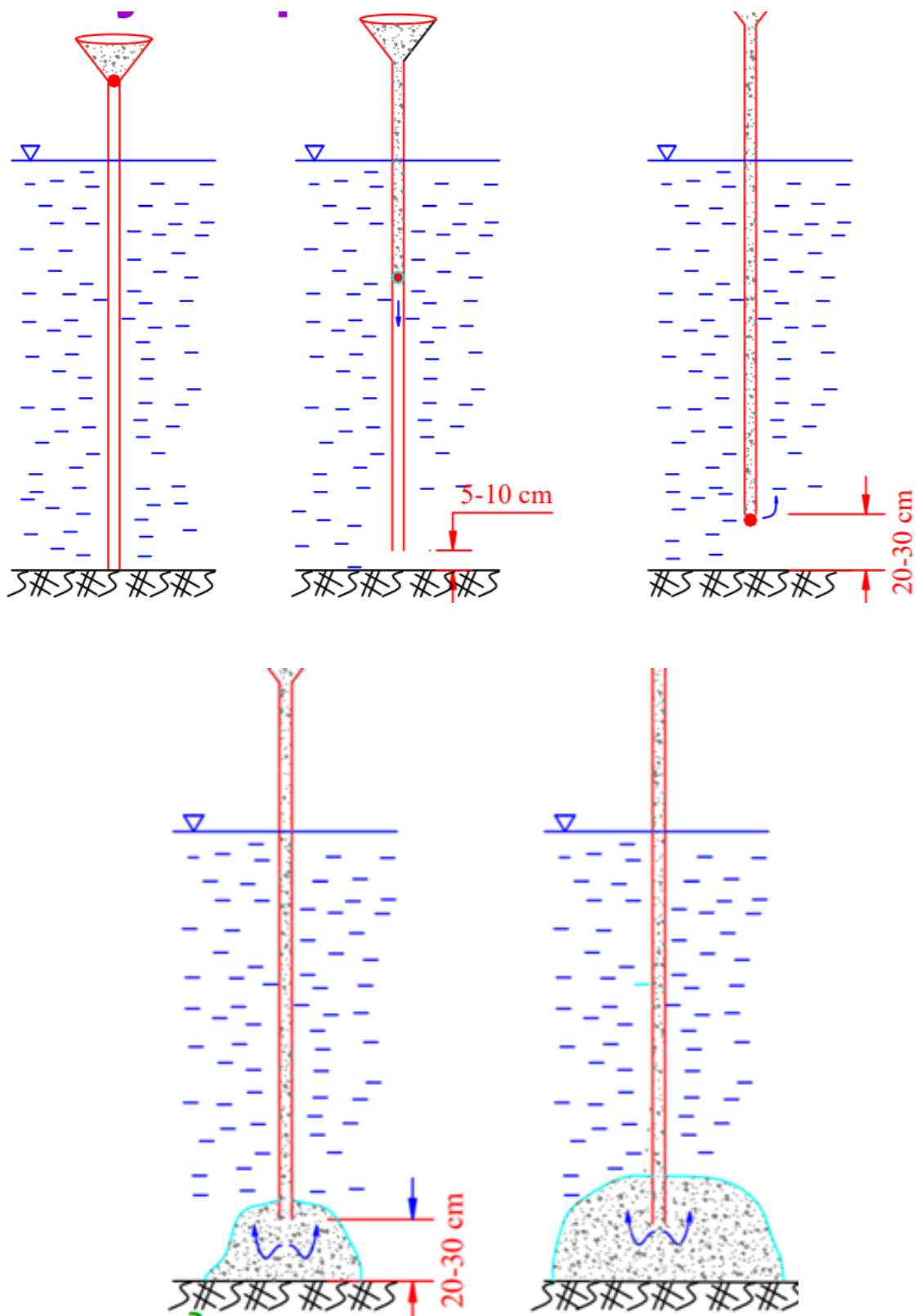
Hình .10. Quan hệ giữa R và số ống đỡ

- Để tăng nhanh tốc độ ngưng kết của bê tông có thể cho thêm phụ gia.
- Trước khi thi công bê móng cần phá bỏ lớp mặt bê tông bịt đáy từ 10-15 cm vì có chất lượng xấu và thường là lớp vữa cát nổi lên và bề mặt bê tông lồi lõm.

## CHƯƠNG IV. QUY TRÌNH THI CÔNG BÊ TÔNG DƯỚI NƯỚC BẰNG PHƯƠNG PHÁP VỮA DÂNG

### IV.1. Kỹ thuật đổ bê tông dưới nước:

- Mác bê tông dưới nước nên cao hơn mức thiết kế khoảng 10%,
- Bê tông có độ sụt  $SN = 10 - 20$  cm để dễ xuống và không bị tắc.
- Cốt liệu có kích thước lớn nhất không  $> 40$  mm, không  $< 0.25$  đường kính ống đỡ. Tốt nhất dùng bê tông sỏi với 25% đá dăm.
- Khi đổ bê tông cần chú bị chu đáo, đổ liên tục cho đến xong càng nhanh càng tốt. Khi đổ phải tuân theo các quy định chặt chẽ để bảo đảm chất lượng.
- Nếu ống bị tắc dùng que sắt thông ngay, hoặc có thể nâng hạ ống nhưng ống phải ngập trong bê tông.
- Kỹ thuật đổ ( xem hình 11):



Hình .11. Kỹ thuật đổ

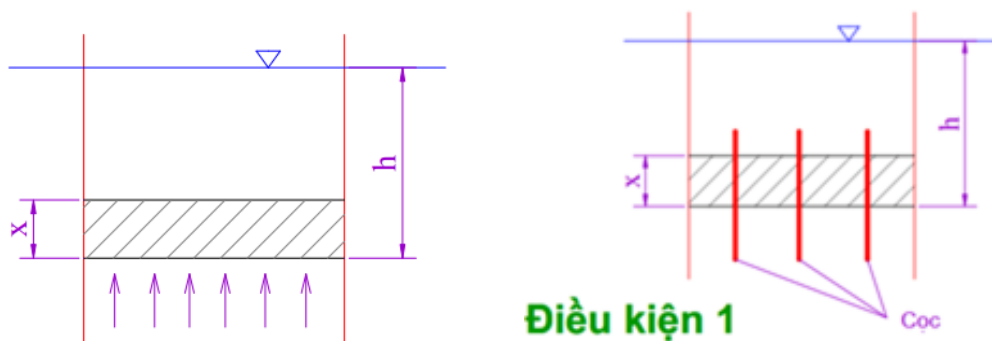
#### IV.2. Tính toán bề dày lớp bê tông bọt đáy :

Lớp bê tông bọt đáy cần tính toán đáp ứng các điều kiện 1, điều kiện 2 dưới đây.



Hình .12. Bê tông bọt đáy sau khi hút nước

**Điều kiện 1:** Trọng lượng bê tông bọt đáy phải thắng được sức đẩy nổi của nước.



Hình 13. Sơ đồ tính theo Điều kiện 1

Theo điều kiện này cần thỏa mãn bất đẳng thức sau:

$$n.\gamma_b.x \geq \gamma_n.h \Leftrightarrow x \geq \frac{\gamma_n.h}{n.\gamma_b}$$

Trong đó:

$x$  = chiều dày lớp BTBĐ (m);

$h$  = chiều cao từ MNTC đến đáy lớp BTBĐ;

$\gamma_b, \gamma_n$  = dung trọng bê tông và nước (t/m<sup>3</sup>);

$n$  = hệ số tải trọng lấy bằng 0.9.

Ta thấy công thức trên chưa xét đến ma sát giữa cọc và bê tông bị đáy:

$$k.n.\gamma_b.x.F + k.m.u.x.\tau \geq \gamma_n.h.F \Leftrightarrow x \geq \frac{\gamma_n.h.F}{(n.\gamma_b.F + m.u.\tau).k}$$

Trong đó:  $F$  là diện tích hố móng (m<sup>2</sup>);

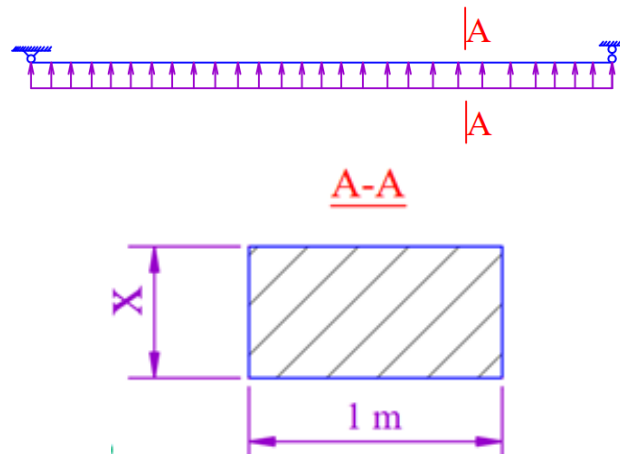
$m, u$  là số lượng và chu vi cọc (m);

$\tau$  là lực ma sát đơn vị giữa cọc và bê tông (t/m<sup>2</sup>);

$k$  là hệ số lấy bằng 0.9.

Trong mọi trường hợp chiều dày lớp BTBĐ không được nhỏ hơn 1.0 m

**Điều kiện 2:** Lớp bê tông bị đáy phải đảm bảo ổn định cường độ



Hình 14. Sơ đồ tính theo điều kiện 2

Ta cắt 1 m rộng bê tông bị đáy để tính và được xem là dầm đơn giản có nhịp là khoảng cách giữa 2 tường cọc ván.

Điều kiện hai thỏa mãn khi:

$$p = \gamma_n \cdot h - \gamma_b \cdot x \rightarrow M_{\max} = \frac{1}{8} \cdot p \cdot l^2$$

$$\Rightarrow M_{\max} \leq M_r = \phi \cdot M_n = \phi \cdot f_t' \cdot S$$

Trong đó:

S = mô đun tiết diện;

$f_t$  = cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông, có thể lấy bằng  $0.63(f_c')^{1/2}$

#### IV.3. Quy trình thi công bê tông dưới nước bằng phương pháp vữa dâng

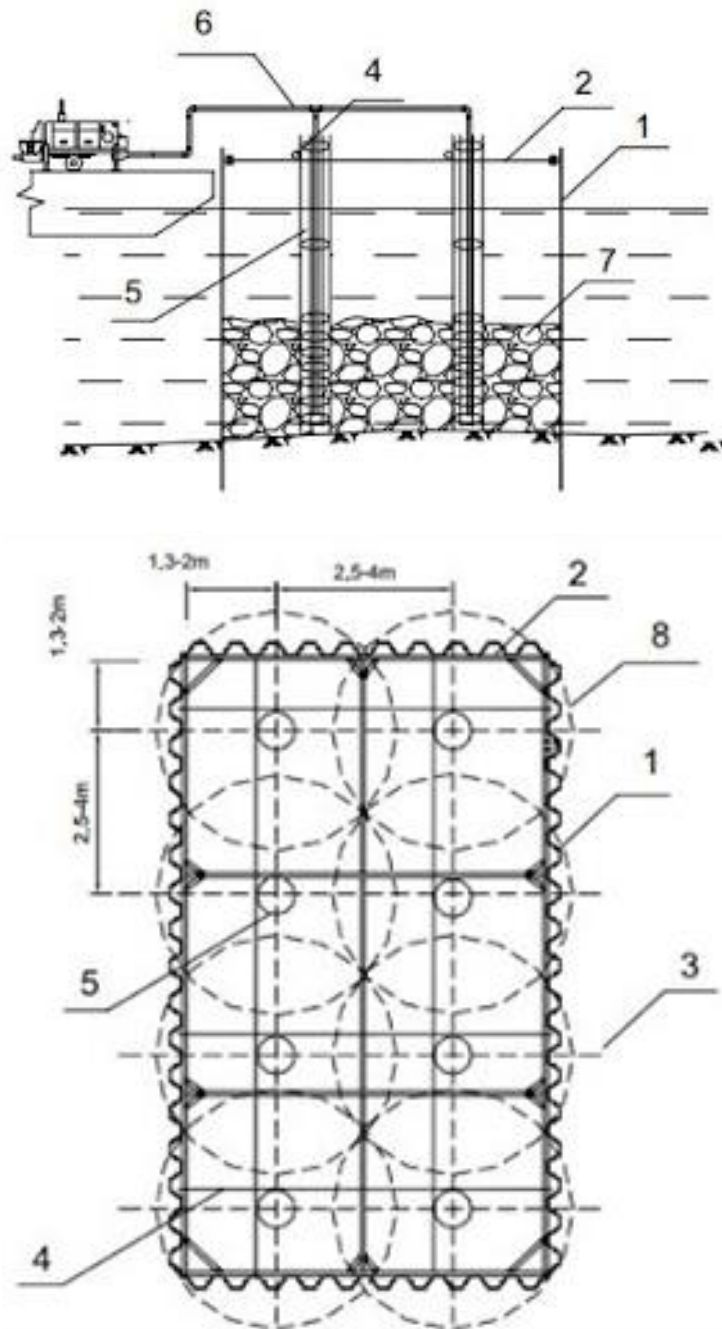
Sơ đồ công nghệ xem trong hình 15.

Quy trình thi công gồm 7 bước như sau:

- *Bước 1:* Chia diện tích đồ bê tông thành lưới ô vuông, kích thước 2,5÷4m, riêng các cạnh biên cách các cạnh của vòng vây hồ móng 1,3÷2m. Dùng cây luồng hoặc thanh cốt thép buộc thành dàn định vị theo lưới đã chia.

- *Bước 2:* Chế tạo các lồng thép chống bẹp dạng lồng sóc với cốt thép dọc làm bằng Ø10 và cốt đai tròn làm bằng Ø6, đường kính lồng bằng 2 lần đường kính ống bơm vữa đồng thời phải  $\geq 200\text{mm}$ . Cự ly giữa các thanh cốt thép 5cm, cự ly giữa các cốt đai tròn nằm trong phần đổ đá phải nhỏ hơn kích thước viên đá còn ở phần trên bố trí cách 100cm một đai. Các lồng chống bẹp phải nhô cao hơn mặt nước để khi đổ, đá không bị rơi vào trong lồng. Cắm các lồng chống bẹp vào những đỉnh lưới ô vuông và buộc cố định vào dàn định vị.

*Bước 3:* Đổ đá vào khuôn, đổ đều theo từng lưới ô vuông đã chia, lượng đá đổ vào mỗi ô lưới bằng diện tích của ô nhân với chiều dày bê tông. Đá dùng cho đổ bê tông theo công nghệ vữa dâng là đá dăm  $\geq 4\text{cm}$  hoặc đá hộc.



Hình 15. Sơ đồ biện pháp thi công bê tông dưới nước bằng phương pháp vữa dâng.

1- vòng vây cọc ván thép; 2- khung chống vòng vây; 3- trục chia vị trí cắm ống;

4- dàn định vị. 5- lồng chống bẹp. 6- ống bơm vữa. 7- đá dăm.

8- bán kính ảnh hưởng của vữa.

*Bước 4:* Đặt các ống bơm vữa vào trong lòng các lồng chống bẹp, miệng ống thả xuống sát đáy. Ống bơm vữa có đường kính  $\varnothing 50 \div 100\text{mm}$  nối chung với đường trụ trục và nối vào máy bơm vữa.

*Bước 5:* Vữa xi măng cát được trộn trong máy trộn theo tỉ lệ  $X/C=1/2$  và tỉ lệ  $N/X=0,65 \div 0,85$ . Dùng máy bơm vữa khí nén với áp suất 0,5Mpa hoặc có thể dùng máy bơm đẩy pít tông để bơm vữa. Tốc độ vữa dâng  $0,2 \div 2\text{m/h}$  đầu ống bơm phải giữ luôn ngập trong vữa 0,65m.

*Bước 6:* Lượng vữa dâng lên được kiểm tra thông qua lượng vữa đã bơm vào bằng thể tích khối đá nhân với tỉ lệ lỗ rỗng là  $40 \div 45\%$ , hoặc bằng cách đo chiều dày của vữa trong các lồng thép.

*Bước 7:* Sau khi kết thúc việc bơm vữa, thu các ống bơm và thu hồi các lồng thép bằng cách dùng cần cẩu kéo nhỏ chúng lên ngay khi vữa chưa dính kết.

#### **IV.4. Quy trình thi công bê tông dưới nước bằng phương pháp rút ống thẳng đứng**

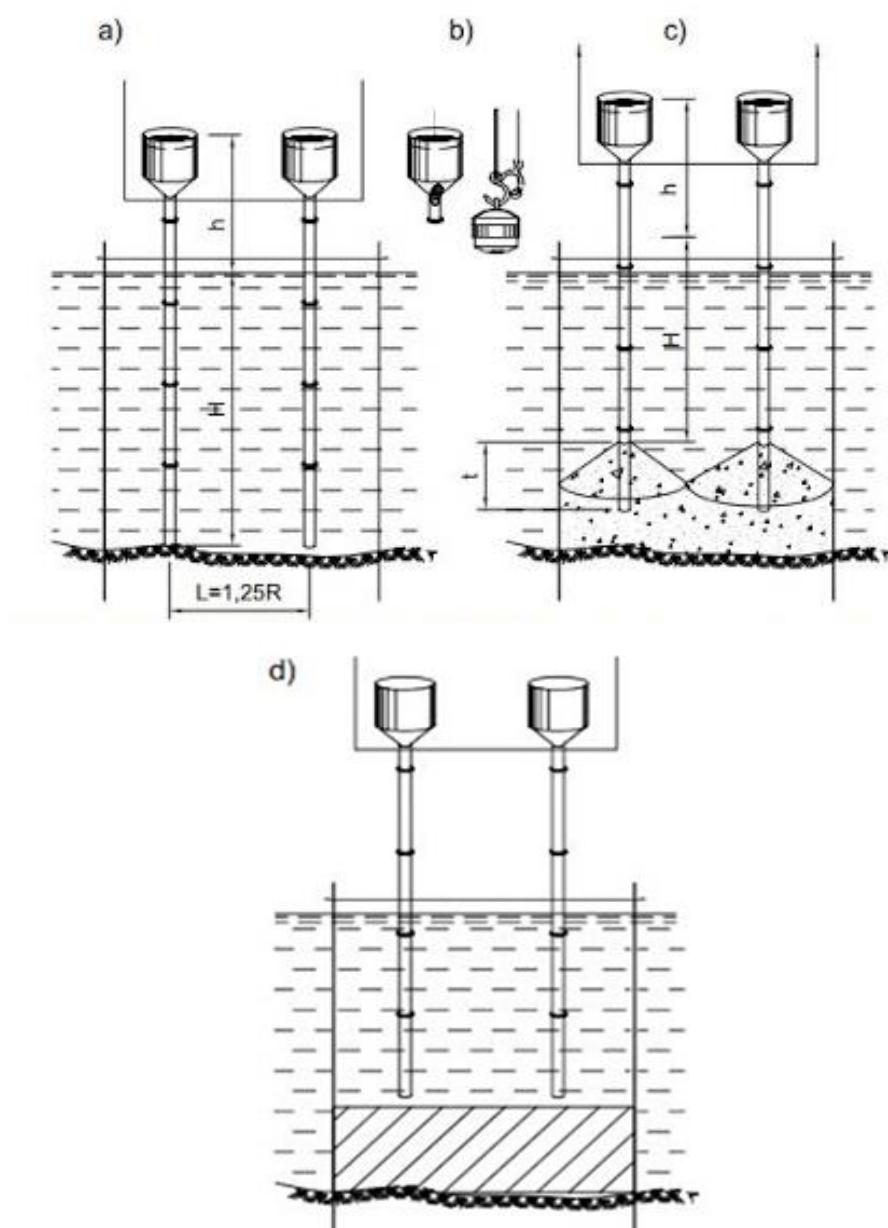
Công nghệ rút ống thẳng đứng dùng vữa bê tông đã trộn sẵn rót vào trong khuôn bằng ống kín cắm ngập trong khối vữa. Áp suất tạo ra do chiều cao cột vữa thắng áp lực của nước làm cho vữa chảy lan tỏa ra xung quanh và để cho áp suất vữa luôn lớn hơn áp lực nước ống đổ phải được kéo rút từ từ lên cao. Các vùng vữa của mỗi ống đổ giao cắt nhau và trộn thành một khối.

Do bê tông được đùn từ trong lòng khối vữa nên chỉ có mặt ngoài tiếp xúc với nước vì vậy bê tông đổ theo biện pháp này đồng đều và liền khối, hỗn hợp vữa bê tông trộn theo thành phần thiết kế và kiểm soát được chất lượng, vữa có độ sụt lớn nên đảm bảo độ chặt cần thiết của bê tông. Vì những lý do trên chất lượng bê tông đổ dưới nước theo công nghệ rút ống thẳng đứng được đảm bảo và có thể áp dụng công nghệ này để đổ bê tông cho những kết cấu nằm chìm trong nước.

Điều kiện  $h \geq R - 0,6H$  nhằm đảm bảo tốc độ chuyển động của vữa trong ống được liên tục, thắng sức cản của áp lực nước và ma sát thành ống. Nếu tính ra  $h < 0$  thì có thể bố trí cao độ phễu ở bất kỳ vị trí nào thuận lợi cho thi công.



Trong mỗi phễu, tại vị trí cổ phễu nối với ống treo một nút thông kích thước vừa lọt trong ống và có khả năng nổi trên mặt nước. Quả thông này có các tác dụng : giữ cho vữa không rơi tự do vào trong ống, ngăn không cho vữa tiếp xúc với nước, dồn đẩy nước và không khí ra khỏi ống khi bắt đầu trút vữa. Nút thông treo vào móc có hai sợi dây, một sợi là dây treo có khả năng kéo đứt lớn và một sợi dây điều khiển làm quay móc để thả nút rơi xuống. Các ống đổ cùng với phễu được đặt trên hệ thống nâng để kéo rút lên với cùng một tốc độ.



Hình 16. Sơ đồ các bước đổ bê tông dưới nước theo công nghệ rút ống thẳng đứng.

a. Chuẩn bị ống đổ; b. Cấu tạo nút thông; c. Rút ống đổ bê tông; d. Kết thúc.

### ***Lưu ý khi đổ bê tông dưới nước***

**Đổ bê tông dưới nước** là tiến hành rót vữa bê tông vào trong khuôn nằm ngập chìm sâu dưới nước để thi công các hạng mục kết cấu khi không có điều kiện bơm tát cạn. Phải có các biện pháp kỹ thuật để không cho vữa bê tông hòa tan trong nước, nước không ngấm vào trong khối vữa đổ xuống, kết cấu đảm bảo tính liên khối và có chất lượng đáp ứng yêu cầu sử dụng. Các giải pháp kỹ thuật này đã được nghiên cứu ứng dụng và xây dựng thành các biện pháp công nghệ. Trong thi công cầu hai biện pháp công nghệ được áp dụng phổ biến là **công nghệ vữa dâng** và **công nghệ rút ống thẳng đứng**.




---

**Công nghệ vữa dâng** là đổ cốt liệu thô vào trong khuôn trước sau đó bơm vữa xi măng đã trộn vào trong khối đá ép từ dưới đáy ép dần lên, áp suất bơm làm cho dòng vữa chảy lấp các khe rỗng và đẩy nước ra ngoài. Vữa từ mỗi ống bơm lan tỏa ra một vùng có bán kính nhất định, các vùng kề nhau đan nhập vào nhau tạo thành một khối lỏng dâng lên lấp dần các khe rỗng của khối cốt liệu. Sau khi đông kết ta có được khối bê tông nằm trong nước.

---

Do vữa bê tông không được nhào trộn, khối bê tông do các viên đá xếp ngẫu nhiên được gắn kết lại bằng khối vữa lỏng mà thành nên số hiệu không thể xác định. Mặt khác khi đổ đá trong nước không thể san tạo phẳng nên bề mặt bê tông rất kém. Vì những lý do trên bê tông đổ theo công nghệ vữa dâng chỉ dùng cho các công trình phụ tạm không dùng cho những kết cấu chính. Công nghệ vữa dâng chủ yếu áp dụng để thi công lớp bê tông bịt đáy hố móng.

**Kỹ thuật đổ bê tông theo biện pháp rút ống thẳng đứng được thực hiện như sau :**

**1-** Chuẩn bị các ống đổ bê tông , đường kính ống  $\varnothing 200+300\text{mm}$  chiều dài mỗi đốt ống 2,5m nối với nhau bằng khớp nối kín. Ống nối với phễu đổ có dung tích bằng 1,5 lần dung tích của toàn bộ ống Các ống được thả xuống sát đáy, cự ly giữa các ống là  $1,25R$  và cách thành khuôn  $0,65R$ . Trong đó  $R$  là bán kính lan tỏa của vữa trong mỗi ống được tính theo công thức :

$$R = 6KI < 6m$$

› với  $K$  – thời hạn vữa còn độ linh động ( h ).

›  $I$ -tốc độ đổ bê tông ( m/h)

Chiều dài của ống phải đảm bảo sao cho cao độ mực vữa trong phễu (cách miệng phễu 5cm ) cách mực nước thi công (MNTC) một khoảng là  $h$  thỏa mãn điều kiện :

$$h \geq R - 0,6H$$

trong đó  $H$  – khoảng cách từ MNTC đến miệng ống hoặc đến cao độ mặt vữa ở trong khuôn .

**2-** Vữa bê tông có kích thước cốt liệu  $\leq 1/4$  đường kính trong của ống, độ sụt 16+24cm và lượng xi măng tăng 20% so với chỉ tiêu xi măng cùng mác vữa nếu đổ trên cạn. Đổ vữa vào trong các phễu. Thả các nút thông tụt xuống sát đáy đồng thời các cột vữa cũng hạ xuống theo trong các ống. Kéo dây điều khiển để thả rơi nút thông. Nâng các đầu ống lên khỏi đáy 25cm , vữa đẩy nút thông ra ngoài và chảy tràn ra xung quanh , rút ống lên với tốc độ 0,12m/phút và tiếp tục cấp vữa vào các phễu. Trong quá trình rút ống phải đảm bảo điều kiện chiều sâu  $t$  của đầu ống ngập trong vữa nằm trong khoảng :  $0,5 \leq t \leq 2KI$  . Điều kiện này đảm bảo nước không thâm nhập vào trong khối vữa và đầu ống kịp rút ra khỏi khối vữa bắt đầu ninh kết.

**3.** Tốc độ cấp vữa cho mỗi ống rút.

Tốc độ cấp vữa cho mỗi ống rút tham khảo theo bảng 2 dưới đây.

*Bảng 2. Tốc độ cấp vữa cho mỗi ống*

Cự ly ống $L$ (m)	Diện tích lan toả $F(\text{m}^2)$	Tốc độ cấp vữa cho 1 ống $q(\text{m}^3/\text{h})$	
		$K=3$ giờ	$K=4$ giờ
3,0	10	4	3
3,5	15	8	6
4,0	20	12	9

So với biện pháp vữa dâng, rút ống thẳng đứng phức tạp hơn rất nhiều nên chỉ áp dụng khi bê tông có yêu cầu chất lượng cao.

## **CHƯƠNG V. NHỮNG ĐỀ SUẤT VỀ SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP VỮA DÂNG ĐỂ THI CÔNG CÁC KẾT CẤU BÊ TÔNG DƯỚI NƯỚC**

Bê tông dưới nước nói chung và bê tông thi công bằng phương pháp vữa dâng thường dùng cho các cấu kiện dưới đây:

- Cho các công trình phụ tạm như : bịt đáy thùng chụp, cọc ván thép, giếng chìm.
- Cho các công trình bê tông cọc khoan nhồi, bê tông độn ruột lòng cọc ống.
- Cho các công trình mà các phương pháp khác khó hoặc không thể thi công bê tông được, hoặc quá đắt như các công trình ngầm, tuy nen đường hầm và các công trình che khuất không thể thi công đổ đầm bê tông từ trên xuống.
- Có thể ứng dụng phương pháp này cho các công trình cần tăng cường ,gia cố sửa chữa,bao bọc tăng khả năng chống ăn mòn.
- Có thể ứng dụng xây dựng mới các công trình chịu lực như móng, mố trụ cầu, tường chắn, kè, đê đập.
- Áp dụng cho các công trình khối lượng lớn và nhỏ.

+ Ngoài các điều quy định trong quy trình này phải tuân theo các điều quy định chung trong quy trình quy phạm về thi công và nghiệm thu các công trình bê tông và bê tông cốt thép(TCVN 4453-87) và các quy phạm hiện hành khác.

+ Bất luận công trình có khối lượng lớn hoặc nhỏ, đối với từng công trình cụ thể ,phải lập đồ án thiết kế thi công.

+ Chất lượng vật liệu phải được thử nghiệm và đạt được những chỉ tiêu cơ lý, đạt được chất lượng thỏa mãn thiết kế .

➔ Ngoài phạm vi ứng dụng phương pháp vữa dâng cho các công trình phụ tạm ,các công trình khác phải có luận chứng kinh tế kỹ thuật và được cấp trên có thẩm quyền xét duyệt mới được ứng dụng.



Công nghệ rút ống thẳng đứng dùng vữa bê tông đã trộn sẵn rót vào trong khuôn bằng ống kín cắm ngập trong khối vữa. Áp suất tạo ra do chiều cao cột vữa thẳng áp lực của nước làm cho vữa chảy lan tỏa ra xung quanh và để cho áp suất vữa luôn lớn hơn áp lực nước ống đổ phải được kéo rút từ từ lên cao. Các vùng vữa của mỗi ống đổ giao cắt nhau và trộn thành một khối.

Do bê tông được đùn từ trong lòng khối vữa nên chỉ có mặt ngoài tiếp xúc với nước vì vậy bê tông đổ theo biện pháp này đồng đều và liền khối, hỗn hợp vữa bê tông trộn theo thành phần thiết kế và kiểm soát được chất lượng, vữa có độ sụt lớn nên đảm bảo độ chặt cần thiết của bê tông. Vì những lý do trên chất lượng bê tông đổ dưới nước theo công nghệ rút ống thẳng đứng được đảm bảo và có thể áp dụng công nghệ này để đổ bê tông cho những kết cấu nằm chìm trong nước.

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO CHƯƠNG II:**

[1]. TCXDVN 305:2004 - Bê tông khối lớn - Quy phạm thi công và nghiệm thu

[2] Nguyễn Văn Mỹ . Giáo trình Xây dựng Cầu. ĐH Bách khoa

([https://www.google.com/search?q=Thi+c%C3%B4ng+b%C3%AA+t%C3%B4ng+d%C6%B0%E1%BB%9B+n%C6%B0%E1%BB%9B&rlz=1C1PRFI\\_enVN876VN876&oq=Thi+c%C3%B4ng+b%C3%AA+t%C3%B4ng+d%C6%B0%E1%BB%9B+n%C6%B0%E1%BB%9B&aqs=chrome..69i57.4649j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=Thi+c%C3%B4ng+b%C3%AA+t%C3%B4ng+d%C6%B0%E1%BB%9B+n%C6%B0%E1%BB%9B&rlz=1C1PRFI_enVN876VN876&oq=Thi+c%C3%B4ng+b%C3%AA+t%C3%B4ng+d%C6%B0%E1%BB%9B+n%C6%B0%E1%BB%9B&aqs=chrome..69i57.4649j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8)).