

R

PGS. TS. TRẦN ĐÌNH HÒA (Chủ biên)  
GS. TS. TRƯƠNG ĐÌNH DỤ - ThS. THÁI QUỐC HIỀN  
ThS. TRẦN VĂN THÁI - KS. VŨ TIẾN THƯ

# CÔNG TRÌNH NGẮN SÔNG LỚN VÙNG VEN BIỂN

NHÀ XUẤT BẢN NÔNG NGHIỆP  
HÀ NỘI - 2008

7325-1

23/4/09

## LỜI NÓI ĐẦU

Trên cơ sở nghiên cứu, tham khảo tài liệu và khảo sát các công trình thực tế của nước ngoài, cuốn sách giới thiệu đến bạn đọc một số hình loại công trình ngăn sông lớn điển hình trên thế giới, đồng thời giới thiệu những kết quả nghiên cứu bước đầu về một số công nghệ mới có khả năng ứng dụng cao vào điều kiện cụ thể của nước ta. Nội dung cuốn sách là một phần kết quả của đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ: **“Nghiên cứu công nghệ để thiết kế, xây dựng các công trình ngăn sông lớn vùng triều”** do Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam thực hiện. Cuốn sách là tài liệu chuyên khảo bổ ích cho các cán bộ nghiên cứu, giảng dạy, sinh viên đại học và sau đại học cũng như cán bộ tư vấn thiết kế ngành thủy lợi nói riêng và quản lý khai thác tài nguyên nước nói chung.

Nội dung cuốn sách gồm có 3 chương chính:

- *Chương 1:* Giới thiệu chung về các công nghệ ngăn sông.
- *Chương 2:* Tổng quan về các công trình ngăn sông lớn trên thế giới.
- *Chương 3:* Một số kết quả nghiên cứu công nghệ xây dựng công trình ngăn sông lớn ở Việt Nam.

Tuy nhiên, đây là một vấn đề khoa học chuyên sâu và khá mới mẻ, thời gian tổ chức biên soạn cũng như việc thu thập tài liệu còn nhiều hạn chế, nên chắc chắn còn nhiều thiếu sót. Rất mong nhận được ý kiến đóng góp, bổ sung của quý độc giả để lần tái bản sau được đầy đủ và phong phú hơn.

Xin trân trọng cảm ơn.

**Các tác giả**



## MỤC LỤC

	Trang
<b>Lời nói đầu</b> .....	3
<b>Mục lục</b> .....	5
<b>Mở đầu</b> .....	7
<b>Chương 1. Giới thiệu chung về các công nghệ ngăn sông</b> .....	9
1.1. Một số công nghệ xây dựng công trình ngăn sông đã được ứng dụng ở Việt Nam.....	9
1.1.1. Công nghệ truyền thống .....	9
1.1.2. Công nghệ mới .....	11
1.2. Một số đặc điểm trong thiết kế, xây dựng công trình ngăn sông ở Việt Nam .....	19
1.2.1. Sự cần thiết phải xây dựng các công trình ngăn sông lớn... ..	19
1.2.2. Một số vấn đề kỹ thuật trong xây dựng công trình ngăn sông lớn .....	22
<b>Chương 2. Tổng quan về công trình ngăn sông lớn trên thế giới</b> .....	27
2.1. Các loại kết cấu công trình ngăn sông lớn.....	27
2.1.1. Các công trình ngăn sông ở Hà Lan .....	27
2.1.2. Các công trình ngăn sông ở Mỹ .....	40
2.1.3. Các công trình ngăn sông thuộc dự án Mose ở Italia.....	42
2.1.4. Các công trình ngăn sông ở Anh .....	43
2.1.5. Các công trình ngăn sông ở Đức .....	44
2.1.6. Các công trình ngăn sông ở Nhật .....	46
2.1.7. Một số công trình ngăn sông khác .....	48
2.2. Một số hình ảnh về nghiên cứu, thiết kế, xây dựng công trình... ..	49
2.2.1. Thí nghiệm, xây dựng dự án Mose ở Italia .....	49
2.2.2. Thiết kế, xây dựng công trình Oosterschelde - Hà Lan.....	52
2.2.3. Thiết kế, xây dựng công trình ở Bradock - Mỹ.....	54
2.3. Một số đánh giá chung .....	56

<b>Chương 3. Một số kết quả nghiên cứu công nghệ xây dựng công trình ngắn sông lớn ở Việt Nam.....</b>	<b>57</b>
3.1. Phân tích lựa chọn công nghệ.....	57
3.1.1. Đặc điểm chung.....	57
3.1.2. Nguyên tắc chung lựa chọn công nghệ.....	58
3.2. Công nghệ đập Trụ đỡ.....	59
3.2.1. Kết cấu.....	59
3.2.2. Biện pháp thi công.....	61
3.3. Công nghệ đập trụ phao.....	61
3.3.1. Kết cấu.....	61
3.3.2. Xử lý nền móng công trình.....	66
3.3.3. Tính toán kết cấu móng công trình.....	71
3.3.4. Kết cấu chống thấm.....	71
3.3.5. Thảm đệm gia cố trụ và dầm van.....	76
3.3.6. Kết cấu Âu thuyền.....	76
3.3.7. Thi công đập Trụ phao.....	82
3.4. Công nghệ đập xà lan liên hợp.....	88
3.4.1. Kết cấu.....	88
3.4.2. Tính toán xác định một số thông số cơ bản.....	90
3.4.3. Tính toán kiểm tra ổn định công trình.....	95
3.4.4. Tính toán kết cấu.....	109
3.4.5. Một số dạng kết cấu xà lan ứng với các loại cửa van.....	110
3.4.6. Biện pháp thi công.....	113
3.4.7. Thi công nền móng công trình.....	116
3.5. Cửa van.....	130
3.5.1. Chức năng nhiệm vụ chính của cửa van.....	130
3.5.2. Lựa chọn kết cấu cửa van khẩu độ lớn.....	131
3.6. Cầu giao thông.....	137
<b>Tài liệu tham khảo.....</b>	<b>139</b>

## MỞ ĐẦU

Trong bối cảnh hội nhập quốc tế và sự phát triển mạnh mẽ theo hướng công nghiệp hóa, hiện đại hóa của các ngành kinh tế quốc dân, vấn đề phát triển bền vững Nông nghiệp, Nông thôn là một nhu cầu và nhiệm vụ quan trọng mà Đảng và Nhà nước đã đặt ra trong giai đoạn tới. Để phát triển ổn định và bền vững Nông nghiệp Nông thôn nói riêng và kinh tế xã hội nước ta nói chung, việc xây dựng các công trình thủy lợi chủ động tạo nguồn nước nhằm đáp ứng các yêu cầu của thực tế sản xuất đóng vai trò quan trọng đặc biệt.

Để có đủ nguồn nước thông thường chúng ta phải xây dựng các hồ chứa nhằm tạo nguồn điều tiết dòng chảy và đầy mặn, đồng thời phải làm cống ở hạ lưu để ngăn mặn, giữ ngọt. Các hồ chứa nước thượng nguồn ở nước ta đã được khai thác khá nhiều, trong tương lai sẽ gần như bị cạn kiệt. Do đó trong giai đoạn sắp tới, để giải quyết vấn đề tạo nguồn nước ngọt, việc triển khai các dự án ngăn sông đặc biệt là ngăn các con sông lớn trở thành một nhu cầu, đòi hỏi cấp bách của thực tế sản xuất.

Như vậy, song song với việc nghiên cứu đầu tư, xây dựng các công trình phòng chống lũ lụt, các kết quả nghiên cứu, ứng dụng, đề xuất những giải pháp khoa học công nghệ trong xây dựng các công trình ngăn sông điều tiết vừa đảm bảo ngăn mặn, ngăn nước biển dâng, vừa đảm bảo tạo nguồn nước ngọt nhưng không được làm xấu đi vấn đề thoát lũ qua công trình mang một ý nghĩa chiến lược rất quan trọng trong phát triển kinh tế xã hội.

Từ trước tới nay chúng ta chỉ mới xây dựng được một số công trình ngăn sông ven biển với các con sông vừa và nhỏ, có cột nước thấp như cống đập Nghi Quang (Nghệ An), cống Đò Điềm (Hà Tĩnh), công trình đập Thảo Long (Thừa Thiên Huế), cống Ba Lai (Bến Tre) v.v...

Do điều kiện kinh tế đất nước chưa cho phép cũng như kỹ thuật thi công xây dựng công trình quá phức tạp mà các con sông rộng và sâu, như sông Sài Gòn, sông Hàm Luông, sông Tiền, sông Hậu, sông Cái Lớn, Cái Bé v.v... cho đến nay vẫn chưa được đề cập đến một cách đúng mức.

Trong những năm vừa qua, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam đã nghiên cứu và ứng dụng thành công một số công nghệ ngăn sông mới, nổi bật là công nghệ đập Trụ đỡ và công nghệ đập Xà lan. Tuy nhiên, các công nghệ này mới được nghiên cứu áp dụng cho các công trình ngăn sông vừa và nhỏ, có cột nước khá thấp. Để xây dựng, ngăn được các con sông lớn, cột nước sâu, việc thiết kế thi công công trình sẽ gặp rất nhiều khó khăn, cần thiết phải có những bước đột phá mạnh mẽ về công nghệ và đầu tư thiết bị tiên tiến trong xây dựng công trình. Nhằm tiếp cận một cách mạnh mẽ, sâu rộng hơn các công nghệ tiên tiến trên thế giới, phục vụ nhu cầu cấp bách của thực tế sản xuất, tiếp theo những thành công của các nghiên cứu đã đạt được, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam đã tổng quan các kết quả nghiên cứu, ứng dụng công nghệ mới trong xây dựng các công trình ngăn sông lớn trên thế giới, đồng thời đã đề xuất một số công nghệ có thể áp dụng phù hợp với điều kiện tự nhiên, kinh tế xã hội của nước ta.

Tư duy mới trong xây dựng ngăn sông lớn, khác nhiều so với tư duy thiết kế xây dựng công trình ngăn sông truyền thống. Nhiều vấn đề kỹ thuật chuyên sâu cần phải được đầu tư nghiên cứu ở mức độ cao. Các giải pháp thi công, thiết bị thi công cũng là những vấn đề lớn đòi hỏi đầu tư nhiều hơn cả về chất xám và kinh phí. Vật liệu chính và phụ trong xây dựng, thi công, chế tạo công trình đều là những vấn đề lớn quyết định đến sự thành công trong thiết kế, xây dựng công trình ngăn sông lớn.

Việc giới thiệu tổng quan một phần những vấn đề kỹ thuật phức tạp nói trên có một ý nghĩa thiết thực giúp độc giả hiểu sâu hơn về một lĩnh vực chuyên ngành quan trọng chưa được đề cập nhiều ở các tài liệu đã xuất bản trong nước, đồng thời giúp cho việc lựa chọn phương án thiết kế các công trình ngăn sông lớn một cách hợp lý, hiệu quả hơn.



# Chương 1

## GIỚI THIỆU CHUNG

### VỀ CÁC CÔNG NGHỆ NGẮN SÔNG

#### 1.1. MỘT SỐ CÔNG NGHỆ XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH NGẮN SÔNG ĐÃ ĐƯỢC ỨNG DỤNG Ở VIỆT NAM

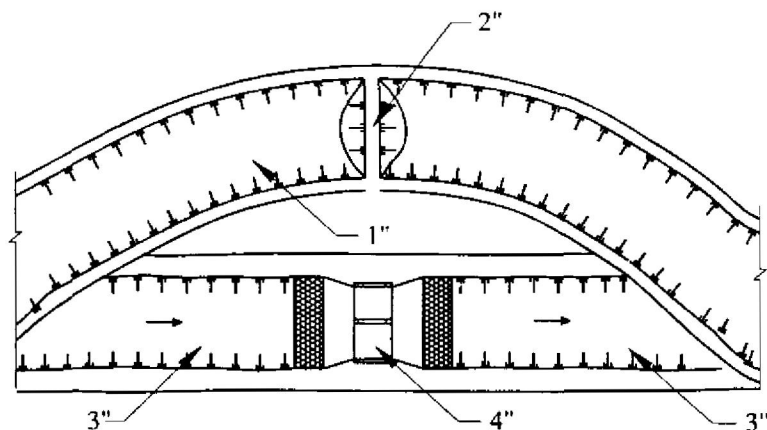
##### 1.1.1. Công nghệ truyền thống

###### 1.1.1.1. Nguyên lý kết cấu và biện pháp thi công

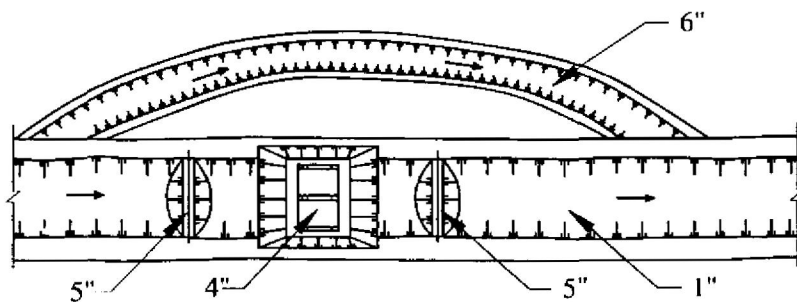
Hầu hết các công trình ngắn sông ở nước ta từ trước đến nay đều được xây dựng theo công nghệ truyền thống. Công trình có dạng khối tảng bằng bê-tông cốt thép (BTCT). Bản đáy dày 0,5 ÷ 1,5 m, trên bản đáy đổ các trụ pin, giữa hai trụ pin là các cửa van, dưới bản đáy công có thể có hệ cọc hoặc không có cọc tùy địa chất của nền. Biện pháp thi công xây dựng các công truyền thống thường được thực hiện theo một trong ba phương án.

- + Phương án một (Hình 1.1): Thường được áp dụng khi xây dựng các công trình trên tuyến mới: Đào hố móng, thi công công ở trên bãi, dẫn dòng qua lòng sông thiên nhiên, sau khi làm công xong thì đào kênh dẫn nối tiếp thượng hạ lưu công với sông tự nhiên, sau đó đắp đập đất ngăn sông cũ lại. Cách này khá phổ biến và thường làm ở những đoạn sông cong.
- + Phương án hai (Hình 1.2): Thường được áp dụng cho công xây dựng trên lòng sông: Đào kênh dẫn dòng ở bờ phải hoặc bờ trái, đắp đê quai thượng hạ lưu chặn đoạn sông khu vực thi công công trình. Xây dựng công trong hố móng khô. Sau khi thi công xong thì phá dỡ đê quai để dòng chảy đi qua công, lấp kênh dẫn dòng. Loại này thường làm ở những đoạn sông thẳng.
- + Phương án ba (Hình 1.3): Thường được áp dụng để xây dựng một phần công trong đê quai lấn dòng: Đắp đê quai vây một phần lòng sông, xây dựng phần công trong đê quai lấn dòng, dẫn dòng

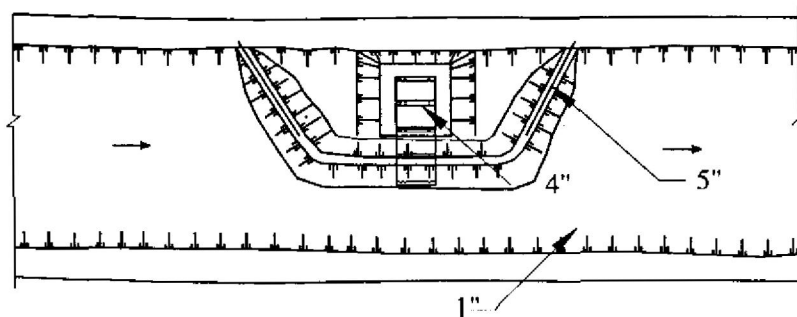
qua một phần sông còn lại của lòng sông tự nhiên. Sau khi thi công phần cống xong thì phá dỡ đê quai, dẫn dòng qua phần cống đã thi công, đắp đê quai để thi công phần cống còn lại. Loại này thường làm ở những đoạn sông rộng.



**Hình 1.1. Xây cống dẫn dòng qua lòng sông**



**Hình 1.2. Xây cống truyền thống trên lòng sông**



**Hình 1.3. Xây cống dẫn dòng qua lòng sông**

### **1.1.1.2. Đánh giá hiệu quả kinh tế xã hội**

Cống truyền thống có ưu điểm là dễ kiểm tra chất lượng trong quá trình thi công, công tác thiết kế và xây dựng công trình đã có nhiều kinh nghiệm. Tuy nhiên, khi áp dụng công nghệ truyền thống vào những vùng như đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) hay những nơi địa chất nền móng quá yếu, dẫn dòng thi công phức tạp, nơi tập trung dân cư thì công truyền thống có những nhược điểm khó khắc phục như khối lượng lớn, giá thành cao, chiếm nhiều đất xây dựng, gây ảnh hưởng môi trường hệ sinh thái, có những vị trí rất khó triển khai thi công. Đặc biệt đối với những vùng có cơ cấu sản xuất chưa ổn định thì không nên áp dụng công nghệ này.

### **1.1.2. Công nghệ mới**

Trong những năm vừa qua, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam đã nghiên cứu và ứng dụng công nghệ xây dựng công trình ngay trên lòng sông khá thành công và ngày càng trở nên phổ biến nhờ những hiệu quả rất lớn về kinh tế - xã hội do công nghệ mang lại. Trong đó nổi bật là công nghệ ngăn sông dạng đập Trụ đỡ và công nghệ đập Xà lan. Có thể điểm một số công trình đã ứng dụng thành công công nghệ mới như: cống Đập Thảo Long (Thừa Thiên Huế), cống Bà Đàm C (Hậu Giang), cống Phước Long (Bạc Liêu), cống Rạch Lùm, Minh Hà (Cà Mau) v.v...

#### **1.1.2.1. Công nghệ đập Trụ đỡ**

Đập Trụ đỡ được Viện Khoa học Thủy lợi nghiên cứu từ 1995 trong đề tài KC12-10, đây là một công nghệ ngăn sông kiểu mới ứng dụng tốt nhất cho vùng đồng bằng ven biển. Từ đó đến nay, qua các công trình ứng dụng Cống Phó Sinh (Bạc Liêu), Cống Sông Cui (Long An), Cống Hiền Lương (Quảng Ngãi), Đập Thảo Long (Huế), công nghệ đã từng bước hoàn thiện, phù hợp với từng khu vực xây dựng và đã đem lại hiệu quả kinh tế kỹ thuật, xã hội cao góp phần vào sự nghiệp phát triển kinh tế đất nước.

### *i. Nguyên lý kết cấu đập Trụ đỡ*

#### *a. Nguyên lý*

Ổn định công trình: Dựa vào hệ thống cọc cắm sâu vào nền; Ổn định thấm: Chống thấm theo nguyên lý đường viền đứng bằng bản cừ, không cần làm bản đáy; Ổn định xói: Mở rộng khẩu độ cống để tăng khả năng thoát lũ, đồng thời giảm nhỏ và phân bố đều lưu tốc sau hạ lưu nhỏ hơn lưu tốc xói cho phép của đất nền.

#### *b. Kết cấu*

Đập Trụ đỡ là công trình ngăn sông bao gồm các trụ bằng bê-tông cốt thép, các trụ này chịu lực cho toàn bộ công trình, móng trụ là các cọc cắm sâu vào nền, giữa các trụ có dầm đỡ van liên kết với trụ, dưới dầm đỡ van và trụ là cừ chống thấm đóng sâu vào nền, các thanh cừ liên kết với nhau, đỉnh cừ liên kết với dầm đỡ van và trụ, trên dầm đỡ van là cửa van kết hợp với các trụ để ngăn và điều tiết nước.

Trụ pin của công trình liên kết trực tiếp với hệ thống cọc hoặc thông qua bộ đỡ. Hệ thống cọc có thể là cọc bê-tông cốt thép thường đúc sẵn hoặc cọc bê-tông cốt thép dự ứng lực hoặc cọc ống bê-tông cốt thép đúc ly tâm hoặc cọc khoan nhồi hoặc cọc ống thép nhồi bê-tông cốt thép.

Dầm đỡ van nhận một phần lực do cửa van tác dụng và truyền về các trụ, có kết cấu dầm hoặc hộp phao được đúc sẵn rồi lắp ghép vào vị trí, hoặc đúc tại chỗ.

Cừ chống thấm được đóng liên tục giữa hai bờ tạo thành vách đứng ngăn nước thấm dưới đáy công trình, liên kết vào đáy dầm đỡ van và trụ. Cừ được nhiều đơn vị trong và ngoài nước chế tạo sẵn, có thể được làm bằng thép, nhựa, composite, bê-tông cốt thép hoặc bê-tông cốt thép dự ứng lực.

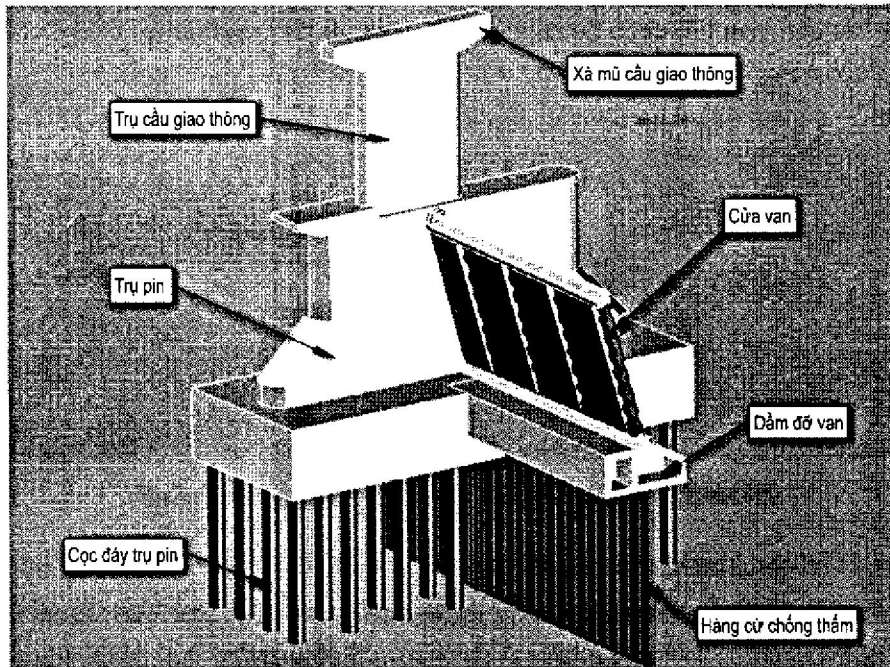
Cửa van sử dụng trong đập Trụ đỡ có thể là cửa van sập trực trên, cửa van sập trực dưới, cửa van phẳng, cửa van cánh, cửa tự động thủy lực, cửa van cung, cửa van cao su hay cửa van phao các loại. Cửa van được vận hành đóng mở bằng thiết bị đóng mở.

Đập Trụ đỡ chịu lực tập trung ở các trụ bằng hệ cọc nên có thể kết hợp làm cầu giao thông với tất cả các kết cấu cầu thông dụng. Tuy



nhiên khẩu độ nhịp cầu phụ thuộc vào việc lựa chọn khẩu độ khoang để đảm bảo khả năng chế tạo cửa van.

Đập Trụ đỡ được thiết kế mở rộng khẩu độ thoát nước đảm bảo lưu tốc qua công trình nhỏ hơn lưu tốc xói cho phép của đất nền nên kết cấu gia cố chống xói cho thượng hạ lưu chỉ cần bằng thảm đá hoặc tấm BTCT.



*Hình 1.4. Kết cấu chung đập Trụ đỡ*

## **ii. Giải pháp thi công**

Ngoài các giải pháp thi công truyền thống trong hố móng khô, đập Trụ đỡ thường được thi công theo công nghệ tiên tiến trong khung vây cọc ván thép, trong thùng chụp hoặc hoàn toàn dưới nước đây chính là tính ưu việt của công nghệ.

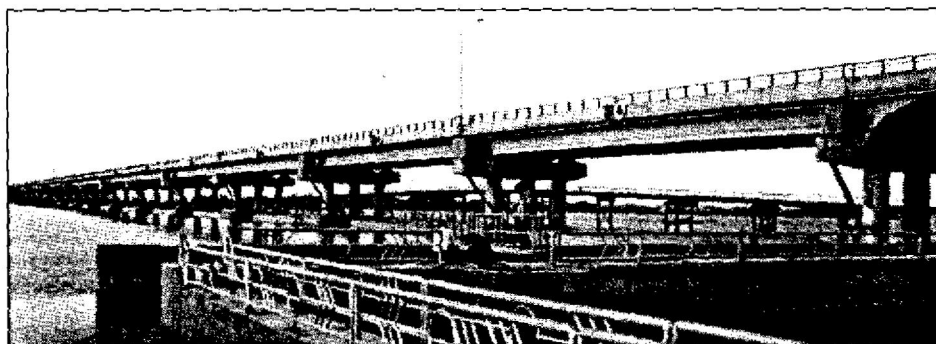
+ Thi công trong khung vây cọc ván thép:

Các kết cấu cọc, cừ chống thấm có thể được thi công bằng hệ nổi trong nước, lắp dựng hệ khung chống cừ ván thép bao quanh vị trí trụ,

dầm đỡ van, hút khô nước bên trong và thi công các kết cấu còn lại, tháo dỡ khung vây cọc ván thép, gia cố thượng hạ lưu công trình và cuối cùng lắp đặt cửa van.

+ Thi công bằng thùng chụp:

Các kết cấu cọc, cừ chống thấm, dầm van được thi công bằng hệ nổi trong nước, dùng thùng chụp bao quanh vị trí trụ để thi công trụ và các kết cấu còn lại, tháo dỡ thùng chụp, gia cố thượng hạ lưu công trình và cuối cùng lắp đặt cửa van.



*Hình 1.5. Công trình Thảo Long khi hoàn thành*

+ Thi công hoàn toàn dưới nước:

Các kết cấu cọc, cừ chống thấm, dầm đỡ van, khe van được thi công bằng hệ nổi trong nước, riêng dầm đỡ van dạng hộp phao có thể kết hợp lắp đặt cửa van trước sau đó cùng lắp đặt vào vị trí. Phần cọc nhô lên trên mặt nước được liên kết với nhau tạo thành trụ chịu lực, phần cọc dưới nước có thể đổ bê-tông trong nước, thi công các kết cấu còn lại, gia cố thượng hạ lưu công trình và cuối cùng lắp đặt cửa van.

**iii. Hiệu quả kinh tế kỹ thuật - xã hội của đập Trụ đỡ**

- Đảm bảo khả năng thoát lũ gần như khi chưa có công trình, nghĩa là ít làm thay đổi môi trường do không gây ngập lụt thượng lưu. Nhờ tiết diện tháo lũ lớn nên ít gây diễn biến lòng sông phía hạ lưu như các công trình cũ.
- Công trình được xây dựng ngay trên lòng sông, không phải dẫn dòng, không phải làm đê quai nên không phải dền bù đất xây

dựng công trình tạm thời và công trình vĩnh viễn như công nghệ truyền thống.

- Công trình kết hợp được cả công trình thủy lợi và cầu giao thông đường bộ với quy mô lớn nên ý nghĩa kinh tế - xã hội lại càng lớn, tránh tình trạng tách rời gây lãng phí trong xây dựng hạ tầng cơ sở.
- Do ứng dụng nhiều kết cấu hợp lý nên giảm được khối lượng xây lắp, ở những công trình ngăn sông rộng càng rộng giá thành càng rẻ.

Hiện nay, công nghệ này cũng đã được rất nhiều địa phương trong cả nước quan tâm và có dự kiến áp dụng. Bên cạnh hiệu quả về kỹ thuật - xã hội, công nghệ đập Trụ đỡ tiết kiệm được khá nhiều kinh phí đầu tư xây dựng công trình so với công nghệ truyền thống khoảng  $20 \div 30\%$ . Công nghệ này cũng đã đạt giải thưởng VIFOTECH năm 2004 và được cấp bằng Độc quyền sáng chế năm 2007.

### **1.1.2.2. Công nghệ đập Xà lan**

Đập Xà lan cũng được Viện Khoa học Thủy lợi nghiên cứu từ 1995 trong đề tài KC12-10, đây là một công nghệ ngăn sông kiểu mới ứng dụng cho vùng đồng bằng ven biển, vùng phân ranh có sự biến động về chuyển dịch cơ cấu sản xuất.

Đến năm 2003, công nghệ này mới được nghiên cứu sâu hơn và áp dụng để xây dựng công Phước Long (Bạc Liêu), Công trình hoàn thành năm 2004 và đã phát huy tốt hiệu quả. Đến nay công nghệ đã từng bước hoàn thiện và đã áp dụng khá rộng rãi ở vùng Đồng bằng sông Cửa Long mang lại hiệu quả kinh tế kỹ thuật - xã hội cao góp phần vào sự nghiệp phát triển kinh tế đất nước. Một số công điển hình như: công 9500 (Hậu Giang), công Mương Đình (Cần Thơ), công Minh Hà, Rạch Lùm (Cà Mau) v.v...

#### ***i. Nguyên lý kết cấu đập Xà lan***

##### ***a. Nguyên lý***

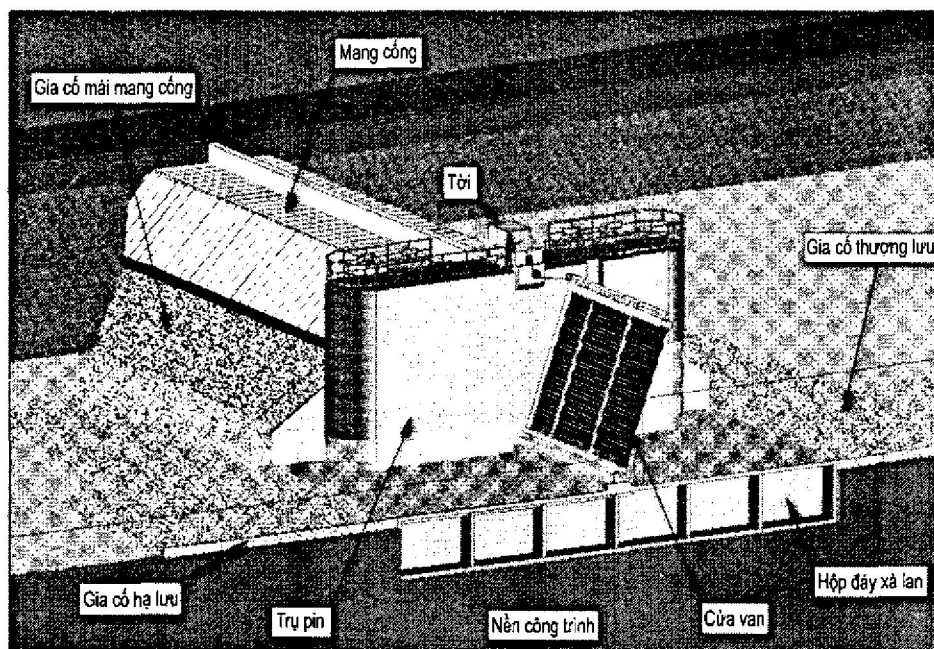
Ồn định lún: Ứng dụng kết cấu tối ưu đảm bảo nhẹ để ứng suất lên nền nhỏ hơn ứng suất cho phép của đất nền mềm yếu, không cần



hoặc hạn chế tối đa việc xử lý nền; Ổn định trượt, lật: Dùng ma sát đất nền với đáy công trình và đất đắp mang cống với tường bên; Ổn định thấm: Theo nguyên lý đường viền ngang dưới đáy công trình; Ổn định xói: Mở rộng khẩu độ cống để lưu tốc sau cống nhỏ hơn lưu tốc xói cho phép của đất tự nhiên mềm yếu nên chỉ cần gia cố đơn giản.

### b. Kết cấu công trình

Kết cấu đập Xà lan có 2 dạng chính: Dạng Hộp và dạng Bàn sườn.



**Hình 1.6. Kết cấu đập Xà lan**

#### + Dạng 1 (Hộp phao kín):

Đáy và trụ pin dạng hộp với kết cấu bàn sườn và khung chịu lực tối ưu. Vật liệu chế tạo Xà lan là vật liệu xây dựng thông dụng như bê-tông cốt thép, thép, composite. Hộp đáy Xà lan được chia làm nhiều khoang hầm. Mỗi công trình có thể bao gồm 1 Xà lan với khẩu độ của van từ 4 ÷ 30 m hay nhiều Xà lan liên kết với nhau bằng kết cấu kín nước tùy theo chiều rộng của sông.

#### + Dạng 2 (Hộp bàn sườn):

Bản đáy và trụ pin có kết cấu bản sườn đồ liền khối, hai đầu thượng hạ lưu công là vị trí lắp đặt cửa van hoặc khe phai, thân công và phai hai đầu tạo thành một hộp kín nước xung quanh nhưng hở mặt trên, vì vậy công có thể nổi trên mặt nước và di chuyển đến vị trí xây dựng công trình.

Cửa van sử dụng trong công trình có thể là cửa Clape, cửa van cung, cửa van cao su, cửa tự động, cửa phẳng v.v...

## ii. Giải pháp thi công

- Chế tạo Xà lan:
  - + Đập Xà lan được chế tạo trong nhà máy, hồ đúc sẵn hay trên ụ nổi tại một vị trí thuận lợi để không cần giải phóng mặt bằng.
  - + Lắp đặt cửa van và thiết bị vận hành cho công trình.
  - + Cho nước vào hồ đúc và làm nổi đập (hoặc hạ thủy đập) để di chuyển đến vị trí lắp đặt công trình.



**Hình 1.7. Công trình đập Xà lan cống Rạch Lùm (Cà Mau)**

- Lắp dựng công trình:
  - + Hồ móng công trình được đào bằng tàu hút bùn và làm phẳng bằng máy chuyên dụng.
  - + Dùng tàu kéo lai dặt đập Xà lan từ nơi chế tạo đến vị trí công trình.

- + Di chuyển đập Xà lan vào vị trí đã xác định, bơm nước vào các khoang hầm để đánh chìm đập.
- + Đắp đất mang công, lát bảo vệ mái thượng hạ lưu công trình.

### **iii. Hiệu quả kinh tế kỹ thuật - xã hội của đập Xà lan**

#### **a. Hiệu quả kinh tế**

- Giá thành rẻ, tổng mức chi phí đầu tư cho xây dựng đập Xà lan vào khoảng 40% so với công truyền thống có cùng điều kiện.
- Khả năng di chuyển của công trình trong trường hợp thay đổi vị trí tuyến do yêu cầu chuyển đổi sản xuất không chỉ có ý nghĩa về mặt khoa học mà còn làm lợi kinh tế rất nhiều do sử dụng lại kết cấu công trình và không mất chi phí phá dỡ.
- Thay thế được đập tạm bằng đất lạt hậu, tránh lãng phí và gây ô nhiễm môi trường.

#### **b. Hiệu quả kỹ thuật**

- Đập Xà lan mở thêm một hướng đi mới cho công nghệ ngăn sông, thúc đẩy sự phát triển công nghệ mới trong xây dựng công trình thủy lợi nói chung.
- Sử dụng khả năng chịu lực của nền tự nhiên để xây dựng công trình mà không phải xử lý nền đất yếu một cách tốn kém.
- Tối ưu hóa được kết cấu, tiết kiệm nguyên vật liệu.
- Thi công nhanh, giảm được diện tích chiếm đất xây dựng công trình.
- Công trình mang tính kiên cố bền vững, quản lý vận hành dễ dàng.
- Đập Xà lan có thể chế tạo lắp đặt theo tính chất công nghiệp.

#### **c. Hiệu quả xã hội**

- Đập Xà lan được thi công lắp đặt ngay trên lòng sông vì thế không phải đền bù giải phóng mặt bằng, di dời nhà cửa để xây dựng công trình như công nghệ truyền thống.
- Đáp ứng được nhu cầu phát triển kinh tế của khu vực chịu ảnh hưởng triều để nâng cao đời sống nhân dân, góp phần ổn định tình hình xã hội ở vùng ven biển.
- Công nghệ đập Xà lan mang lại hiệu quả cao hơn trong xây dựng cho những vùng giao thông kém phát triển, vận chuyển nguyên



vật liệu khó khăn, điều kiện tự nhiên phức tạp như vùng sâu, vùng xa bán đảo Cà Mau.

- Tính năng di động của đập Xà lan đáp ứng được yêu cầu quy hoạch mở, phát triển kinh tế trong tương lai, góp phần vào công cuộc hiện đại hóa nông nghiệp.
- Không làm ô nhiễm môi trường khu vực do thi công đắp và phá dỡ đập tạm gây nên. Công nghệ đập Xà lan gần như không làm thay đổi cảnh quan môi trường tự nhiên (không phải làm mặt bằng và dẫn dòng thi công...).
- Do mở rộng khẩu độ nên tăng khả năng tiêu thoát lũ và bảo vệ môi trường cho khu vực tốt hơn so với đập tạm và cống truyền thống.

Thành công của công nghệ đập Xà lan đã được ghi nhận ở giải thưởng VIFOTECH năm 2006, được cấp bằng độc quyền sáng chế năm 2007 và được Hội đồng Điều phối Xây dựng châu Á (ACECC - Asian Civil Engineering Coordinating Council) quyết định trao giải thưởng 1 trong 5 công nghệ xuất sắc tháng 8 /2007.

## **1.2. MỘT SỐ ĐẶC ĐIỂM TRONG THIẾT KẾ, XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH NGẮN SÔNG Ở VIỆT NAM**

### **1.2.1. Sự cần thiết phải xây dựng các công trình ngăn sông lớn**

Như chúng ta đã thấy do tác động của con người và biến đổi khí hậu toàn cầu, tài nguyên nước bắt đầu suy thoái. Sự biến đổi khí hậu sẽ có tác động xấu đến sự thay đổi nguồn nước. Sức ép về sự gia tăng dân số và phát triển kinh tế - xã hội, nhu cầu sử dụng nước tăng về số lượng và đa dạng về chất lượng. Theo cảnh báo của Quỹ Bảo vệ Thiên nhiên thế giới (WWF), nếu các quốc gia không có sự quy hoạch đúng tầm cũng như phương án bảo vệ không tương xứng đối với các khu vực tự nhiên sẽ đồng nghĩa với việc nguồn nước ngọt cung cấp cho chúng ta sẽ cạn dần và thế giới sẽ lâm vào cuộc khủng hoảng nước sạch. Ước tính đến năm 2025 toàn cầu sẽ lâm vào tình trạng thiếu nước nghiêm trọng. Dự báo đến năm 2025 nguồn nước của Việt Nam sẽ bị giảm đi khoảng 40 tỷ m<sup>3</sup>. Tổng lượng nước mùa khô đến năm 2025 có thể giảm đi khoảng 13 tỷ m<sup>3</sup>. Tổng nhu cầu dùng nước cho dân sinh và phát triển các ngành kinh tế - xã hội ngày càng tăng, năm 2020 khoảng 121,8

tỷ  $m^3$  và nhu cầu dòng chảy duy trì môi trường sinh thái hạ du trong mùa khô khoảng  $4.300 m^3/s$ . Tỷ trọng nhu cầu nước nông nghiệp giảm đi, nhưng nước cho duy trì môi trường sinh thái, thủy sản - chăn nuôi, sinh hoạt và công nghiệp tăng lên. Tranh chấp về sử dụng nước giữa các Quốc gia ngày càng tăng.

Hiện nay, dòng chảy trên các sông đều ở mức thấp hơn trung bình nhiều năm khoảng  $50 \div 90\%$ . Các hồ chứa nước ở Hà Tĩnh và một số nơi chỉ đạt  $60 \div 80\%$ , các hồ chứa từ Quảng Ngãi đến Khánh Hòa đạt mức  $25 \div 45\%$  so với thiết kế.

Ở Bắc Trung Bộ, dòng chảy chỉ đạt  $20 \div 30\%$ , Trung Trung Bộ đạt khoảng  $30 \div 50\%$ , Nam Trung Bộ đạt khoảng  $40 \div 60\%$ . Dòng chảy các sông ở Bắc Tây Nguyên thiếu hụt so với trung bình nhiều năm khoảng  $30 \div 40\%$ , Nam Tây Nguyên thiếu hụt khoảng  $10 \div 20\%$ .

Ở Nam Bộ, mực nước đầu nguồn sông Cửu Long xuống rất nhanh. Về mùa khô nước ở ĐBSCL là do nước sông Mê Kông cung cấp còn ở ĐBSCL hầu như không có mưa, bình quân lưu lượng kiệt của sông Mê Kông chảy về ĐBSCL khoảng  $2.000 m^3/s$ . Nếu các quốc gia thượng nguồn dùng nhiều để lưu lượng chảy về ĐBSCL còn khoảng  $1.000 m^3/s$  thì nguy cơ hạn hán sẽ rất nghiêm trọng, đó là điều sẽ xảy ra, khó tránh khỏi. Nghiên cứu của WWF cho thấy năm trong số mười con sông cạn kiệt nhất trên thế giới nằm ở châu Á, ngoài các sông Dương Tử, Salween, Ganges và Indus, có cả sông Mê Kông đi qua Việt Nam.



*Hình 1.8. Theo cảnh báo của WWF, sông Mê Kông cũng đang dần bị cạn kiệt nước*



Như vậy, từ một quốc gia có tài nguyên nước dồi dào, Việt Nam đang đứng trước nguy cơ thiếu trầm trọng nguồn nước ngọt và nước sạch.

Bên cạnh nhu cầu sử dụng nước ngọt tăng nhanh trong bối cảnh nguồn cung đang bị suy thoái mạnh, những nghiên cứu mới nhất cho thấy biến đổi khí hậu toàn cầu ảnh hưởng xấu đi nhanh hơn so với dự báo của các nhà khoa học, hạn hán khốc liệt và nước biển dâng nhanh trong khi hệ thống đê còn yếu và đập ngăn cửa sông đang còn để ngỏ nhiều là những vấn đề lớn không chỉ riêng đối với ngành Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. Nước biển dâng ảnh hưởng trầm trọng đến ngập và mất đất ở vùng ĐBSCL, đồng thời sẽ kéo theo hiện tượng xâm nhập mặn sâu vào nội đồng là một nguy cơ không hề nhỏ. Mặt khác, khi lưu lượng nước thượng nguồn về ĐBSCL giảm sẽ không đủ sức đẩy mặn. Nước mặn sẽ xâm nhập sâu vào nội địa và độ mặn sẽ tăng lên đáng kể. Ví dụ hạn năm 2006 xâm nhập mặn đã đi sâu vào 90 km như ở Mộc Hóa (Long An) và độ mặn lên tới 4/1.000 gây khó khăn lớn tới sản xuất nông nghiệp và đời sống nhân dân. Mặt khác biến đổi khí hậu (BĐKH) cũng sẽ làm cho diễn biến thời tiết trở nên bất thường và cực đoan hơn, lũ lụt có thể diễn ra rất bất ngờ với cường độ lớn trong thời gian ngắn v.v... đặt ra yêu cầu đối với các công trình ngăn sông không những ngăn mặn, giữ ngọt mà phải chủ động, kịp thời và không ảnh hưởng đến khả năng thoát lũ.

Trong các năm qua, thực tế đầu tư cho thủy lợi vẫn còn rất hạn chế, chưa đủ sức đáp ứng nhu cầu khi chuyển đổi cơ cấu sản xuất. Do đó, đề đối phó với sự khắc nghiệt của thiên nhiên như mực nước biển dâng, bão lũ ngày càng lớn và mùa kiệt thiếu nguồn nước ngọt trầm trọng v.v... chúng ta cần phải nghiên cứu mô hình đê biển, âu thuyền và công trình ngăn cửa sông nhất là các cửa sông lớn như các nước tiên tiến trên thế giới.

Nước ta có rất nhiều sông lớn đổ ra biển như: sông Hồng, sông Thái Bình (Bắc Bộ), sông Mã, sông Cẩm, sông Nghèn, sông Lam, sông Thạch Hãn, sông Hương, sông Hàn, sông Cái, sông Trà Khúc (miền Trung), sông Tiền Giang, sông Hậu Giang, Cái Lớn, Cái Bé, Vàm Cỏ,

Đồng Nai, Cần Giò (miền Nam). Các con sông này đóng vai trò hết sức to lớn trong phát triển kinh tế - xã hội nước ta như cấp nước tưới, sinh hoạt, dân sinh, công nghiệp, phát điện, vận tải thủy v.v...

Việc ngăn các sông lớn sẽ mang lại hiệu quả chính như sau:

- Ngăn được nước mặn xâm nhập vào nội địa và ngăn nước thấm mặn dưới đất.
- Trữ được lượng nước ngọt khá lớn khoảng hơn 2 tỷ m<sup>3</sup> nước.
- Sử dụng được phần lớn lượng nước ngọt do thượng nguồn đổ về.
- Gạn triều tiêu úng cải tạo đất thuận lợi.
- Cải thiện được khả năng thoát lũ vì biến dòng sông thành một chiều, không phải tiêu lượng nước triều chảy vào như trước đây.

Việc đầu tư nghiên cứu các giải pháp công nghệ, thiết bị xây dựng các công trình ngăn sông lớn như sông Vàm Cỏ, Hàm Luông, Cái Lớn, Cái Bé... nhằm ngăn mặn, chống nước biển dâng, tạo nguồn nước ngọt nhưng vẫn đảm bảo khả năng tiêu thoát lũ là hết sức đúng đắn, cần thiết và cấp bách.

### 1.2.2. Một số vấn đề kỹ thuật trong xây dựng công trình ngăn sông lớn

Đặc điểm của công trình thủy lợi nói chung khác với các công trình giao thông, xây dựng là ngoài chịu tải trọng đứng còn phải chịu tải trọng ngang, thành phần tải trọng ngang trong công trình thủy lợi thường rất lớn, phụ thuộc nhiều vào cột nước trước và sau công trình. Trong khi đó thông thường các kết cấu nền móng chịu tải trọng đứng lớn hơn rất nhiều lần tải trọng ngang. Đây thật sự là một thách thức lớn đối với các nhà thiết kế. Chính vì vậy, trong thiết kế xây dựng công trình ngăn sông vấn đề đáng quan tâm, ảnh hưởng lớn đến kết cấu, biện pháp thi công chính là độ sâu (cột nước) chứ không phải bề rộng của sông. Sông rộng nhưng nông thì việc thiết kế, xây dựng sẽ đơn giản hơn rất nhiều so với những sông hẹp nhưng sâu. Do vậy, khi nói đến độ khó, độ phức tạp trong thiết kế, xây dựng công trình ngăn sông lớn là đã bao hàm cả yếu tố độ sâu của dòng sông đó.

Đối với các công trình ngăn sông lớn ở nước ta (chủ yếu nằm ở ĐBSCL) thường có mực nước thi công rất sâu (10 ÷ 35 m), địa chất nền lòng sông thường là bùn đất yếu do vậy nếu thi công theo phương án truyền thống cũng như theo các công nghệ mới (đập Trụ đỡ, đập Xà lan) như đã nêu sẽ gặp rất nhiều khó khăn cả về kết cấu và biện pháp thi công công trình.

Các công trình ngăn sông ở nước ta đã xây dựng trong thời gian qua như công trình Thảo Long ngăn sông Hương tổng chiều rộng thoát nước: 480,5 m, độ sâu 4 m, chênh lệch mực nước lớn nhất: 1,2 m; cống Đò Điểm rộng 168 m, độ sâu 7 m; cống Ba Lai 80 m, độ sâu 6,5 m v.v... đều có độ sâu nhỏ hơn 7 m, chênh lệch nhỏ hơn 3 m thuộc quy mô vừa và nhỏ. Còn đa số các cửa sông ở vùng đồng bằng sông Cửu Long, sông Hồng đều rộng và sâu, như sông Hàm Luông rộng 1,5 km, sâu 15 m, chênh lệch 3 m; sông Cái Lớn, Cái Bé rộng hơn 1 km, sâu trên 15 m.

Một số vấn đề khó khăn gặp phải khi thiết kế, xây dựng các công trình ngăn sông lớn có thể chỉ ra như sau:

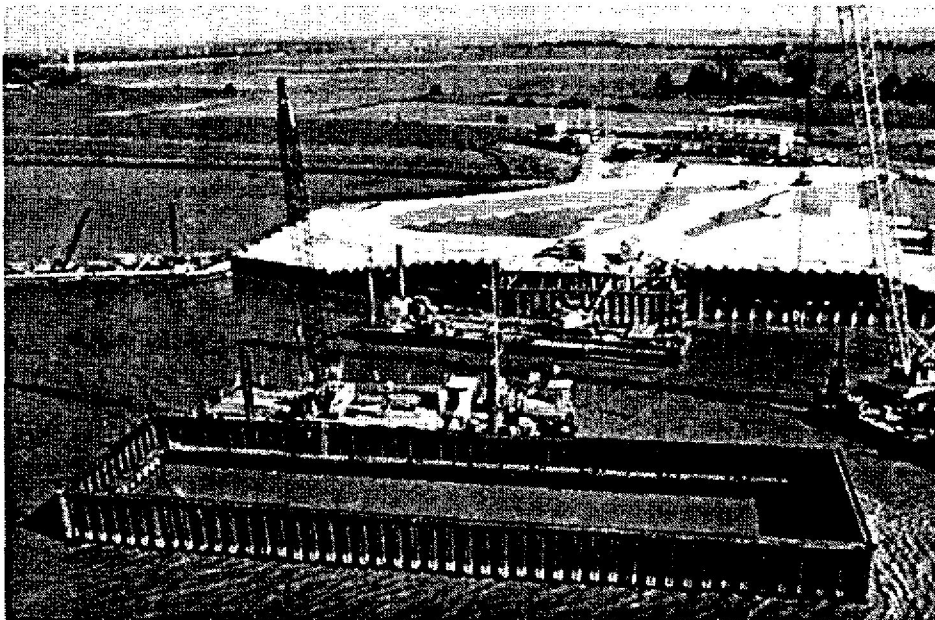
- *Địa chất nền móng*: Địa chất nền ở các cửa sông lớn chủ yếu là bồi tích sông biển mềm yếu, chiều dày của lớp đất yếu từ 30 m đến hơn 80 m trong khi cột nước làm việc cao nên áp lực ngang tác dụng lên công trình lớn sẽ là vấn đề khó khăn về mặt kỹ thuật khi lựa chọn kết cấu và xử lý nền móng. Ví dụ: công trình Thảo Long với độ sâu -4,25 m, mực nước thượng lưu 0,7 m, mực nước hạ lưu 0,0 m, khẩu diện 31,5 m, mỗi khoang phải chịu 180 T, bố trí 8 cọc khoan nhồi đường kính 1,2 m. Nếu công trình với độ sâu 15 m, mực nước thượng lưu +1, hạ lưu -2, khoang rộng 40 m thì mỗi khoang phải chịu áp lực 3240 T gấp 18 lần, nếu khoang rộng 60 m thì áp lực là 4860 T gấp 27 lần. Do vậy, việc bố trí kết cấu, thiết kế ổn định nền móng công trình phải được tính toán theo những điều kiện đặc biệt.
- *Địa hình*: Bên cạnh địa chất công trình và các vùng phụ cận có nền đất mềm yếu, vùng xây dựng công trình thường nằm xa đường lộ, mặt bằng xây dựng công trình có địa hình trũng, do đó



nếu thi công theo các phương án truyền thống sẽ gặp khó khăn rất lớn trong việc đào đắp một khối lượng lớn đất yếu, cũng như vận chuyển, tập kết triển khai các công đoạn thi công công trình.

- *Thi công lấp đất*: Đối với những công trình rộng và cột nước sâu việc thi công lấp đất theo các phương án truyền thống nói trên là không khả thi do không thể dùng đất yếu như ở ĐBSCL để đắp các đê quay sanh lớn như vậy; chưa kể vấn đề ảnh hưởng đến khả năng thoát lũ của dòng sông và vấn đề giao thông thủy v.v...

Không những khó khăn đối với công nghệ truyền thống, việc áp dụng các công nghệ mới đối với các sông sâu cũng còn tồn tại nhiều vấn đề cần giải quyết. Trong trường hợp này, áp dụng khung vây cọc ván thép là một lựa chọn tốt nhất nhưng trong điều kiện áp lực cột nước lớn do móng công trình đặt sâu dưới mực nước từ 10 m đến hơn 30 m, quá trình thi công móng theo phương án vây khô bằng khung vây rất phức tạp do móng công trình rộng.



*Hình 1.9. Thi công công trình bằng khung vây cọc ván thép*

Cừ vây hiện nay là không đủ dài do đó khi thi công những khu vực này thường phải nổi cừ dẫn đến trong quá trình đóng hạ cừ vây gặp khó khăn và không đảm bảo an toàn, trong trường hợp này khi vây rộng phải sử dụng kết cấu khung vây 2 lớp, khối lượng cừ huy động quá lớn, khung chống trong nhiều gây khó khăn cho thi công các hạng mục kết cấu chính vì mặt bằng thi công chật hẹp v.v... Trong trường hợp đặc biệt có thể sử dụng cọc ống thép làm cừ vây. Cọc ống thép có khả năng chịu lực cao và dài nên có thể sử dụng để làm khung vây ở cột nước lớn hơn. Tuy nhiên, hiện nay cọc ống thép cũng chỉ mới được sử dụng trong xây dựng cầu, phạm vi vây hố móng hẹp hơn rất nhiều so với công trình thủy lợi, nếu sử dụng cọc ống thép để thi công các công trình ngăn sông lớn thì khối lượng cọc ống sẽ rất nhiều và kết cấu khung vây cũng phức tạp hơn, giá thành công trình sẽ rất cao. Mặt khác, cọc ống thép cũng chỉ được sử dụng làm khung vây ở những cột nước sâu nhất định (thường dưới 25 m).

- *Giao thông thủy*: Những cửa sông lớn hầu hết là những trục đường thủy chính cho các tàu lớn vào, ra nội địa do vậy khẩu độ cống cần phải mở rộng, phải có những giải pháp công trình hợp lý đảm bảo giao thông thủy được thuận lợi.



*Hình 1.10. Sông Hậu (đoạn qua Hậu Giang)*

Vì vậy, để xây dựng công trình ngăn sông có độ sâu lớn khẩu độ rộng cần có tư duy bố trí kết cấu công trình mới, các phương pháp tính toán khác với các phương pháp thông thường, phải có một sự đột phá mạnh mẽ về công nghệ xây dựng, vật liệu và thiết bị. Ví dụ: để xây dựng công trình ngăn sông Hậu (Hình 1.10), không thể thi công theo phương án truyền thống.

Hình thức, quy mô kết cấu công trình có thể khác nhau: đa dạng về kết cấu, phong phú về hình thức nhưng nhìn chung công nghệ xây dựng các công trình ngăn sông lớn cột nước sâu đều có chung những đặc điểm như sau:

- Công trình được xây dựng không phải đắp đê quây làm khô hồ móng như các công trình thủy lợi thông thường;
- Các cấu kiện được thi công, chế tạo tại một địa điểm khác, sau đó di chuyển đến vị trí xây dựng công trình để lắp đặt;
- Thi công lắp đặt các kết cấu công trình ngay trên sông;
- Nền móng công trình được xử lý trong nước (không xử lý khô);
- Kết cấu tiêu năng, phòng xói... hầu như không phải xử lý, gia cố nhiều do công trình đã được mở rộng tối đa (gần bằng lòng sông);
- Công trình được thiết kế với công năng sử dụng theo hướng đa mục tiêu nhất là kết hợp giữa nhiệm vụ thủy lợi, giao thông và du lịch. Các công trình ngăn sông này đồng thời là điểm hấp dẫn du khách đến tham quan, du lịch.

Trong thiết kế xây dựng công trình phải đặc biệt chú trọng đến vấn đề đảm bảo hoặc cải tạo, cải thiện được môi trường hệ sinh thái cho toàn vùng dự án. Mọi quyết định nên hướng đến lợi ích tổng hợp tránh xu hướng cục đơan, duy ý chí. Sau vấn đề kỹ thuật xây dựng công trình, vấn đề này là một bài toán kinh tế tổng hợp rất khó cho các nhà quản lý, kỹ thuật khi quyết định phương án.



## Chương 2

# TỔNG QUAN VỀ CÔNG TRÌNH NGẮN SÔNG LỚN TRÊN THẾ GIỚI

Các công trình ngắn sông lớn đã được nhiều nước trên thế giới đề cập nghiên cứu xây dựng từ lâu. Tuy nhiên, chỉ những nước chịu ảnh hưởng xấu trực tiếp của biển và có nền kinh tế mạnh mới có các công trình lớn. Tùy thuộc vào điều kiện tự nhiên, nhiệm vụ công trình cũng như khả năng kinh tế kỹ thuật của mỗi nước, những công trình ngắn sông lớn trên thế giới rất đa dạng về kết cấu và phong phú về giải pháp xây dựng, lắp đặt công trình. Các công trình lớn nổi bật nhất tập trung ở một số nước như Hà Lan, Anh, Italia, Mỹ v.v... Trong đó, ấn tượng nhất là những công trình ngắn sông, ven biển của Hà Lan. Hà Lan là nước có cao độ đất tự nhiên thấp hơn mực nước biển, do vậy hệ thống công trình thủy lợi ngăn các cửa sông của nước này khá hoàn chỉnh với công nghệ và quy mô hiện đại vào loại nhất thế giới. Các công trình ngắn sông ở nước này đều có nhiệm vụ ngăn triều hoặc kiểm soát triều và chống ngập úng.

Dưới đây chúng tôi sẽ trình bày tổng quan một số dự án, công trình tiêu biểu đã được xây dựng và đưa vào sử dụng ở các nước trên thế giới.

## 2.1. CÁC LOẠI KẾT CẤU CÔNG TRÌNH NGẮN SÔNG LỚN

### 2.1.1. Các công trình ngắn sông ở Hà Lan

Hà Lan là nước có phần lớn đất tự nhiên có cao độ thấp hơn mực nước biển. Người Hà Lan luôn phải chống chọi với biển Bắc, vì vậy họ là chuyên gia trong lĩnh vực xây dựng đê biển, cối xay gió và các công trình thủy lợi. Tuy nhiên, trước những năm 50 của thế kỷ XX khi mà hệ thống đê bao và các công trình ngắn sông chưa được xây dựng người Hà Lan luôn phải sống chung với nước biển, hàng năm phải hứng chịu những trận lũ, sóng do triều cường gây thiệt hại rất lớn về người và của. Một trong những sự kiện khủng khiếp nhất và có tính quyết định nhất đến chiến lược ngắn sông của Hà Lan là trận lũ năm 1953.



Hình 2.1. Bản đồ đất nước Hà Lan

Vào năm 1953, một thảm họa đã xảy ra ở Zeeland và Nam Hà Lan, một trận sóng thủy triều đã phá vỡ một vài đoạn đê, gây ra lũ lụt trên các đảo. 1835 người chết, hầu hết 200.000 ha đất bị ngập lụt. 40.000 ngôi nhà và 300 cánh đồng bị phá hủy, 72.000 người mất nhà cửa. Ngoài ra còn nhiều thành phố, làng mạc khác cũng bị thiệt hại nặng nề. Trận lũ lịch sử này có thể được coi như một thảm họa dân tộc.

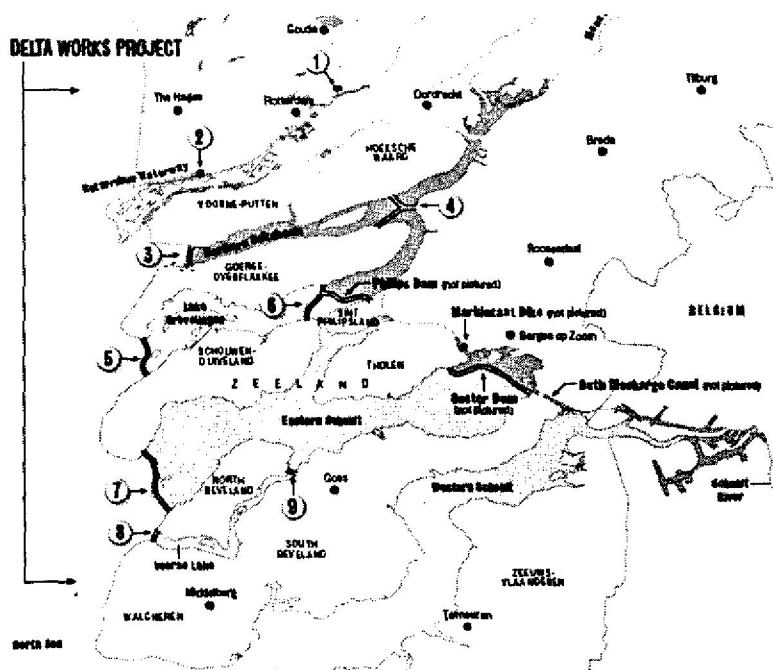


Hình 2.2. Sức tàn phá khủng khiếp của cơn lũ



Để ngăn những thảm họa tương tự, chính phủ Hà Lan đã đề ra dự án Delta nhằm bảo vệ người dân vùng Tây Nam Hà Lan (Zeeland và Nam Hà Lan) chống lại biển Bắc. Việc thực hiện dự án kéo dài từ năm 1958 đến năm 1987 và tiêu tốn hàng tỷ Guilder (tiền Hà Lan). Tất cả các đập, đê bao, cống đã giảm chiều dài của bờ biển xuống còn 70 km, tạo nguồn dự trữ nước ngọt, phòng chống lũ và đặt dấu chấm hết cho những cánh đồng muối. Người Hà Lan thường nói rằng: “Chúa tạo ra thế giới, nhưng người Hà Lan tạo ra nước Hà Lan”.

Dự án Delta bao gồm khoảng 9 công trình ngăn sông và cửa sông chính (Hình 2.3).



**Hình 2.3. Bản đồ dự án Delta**

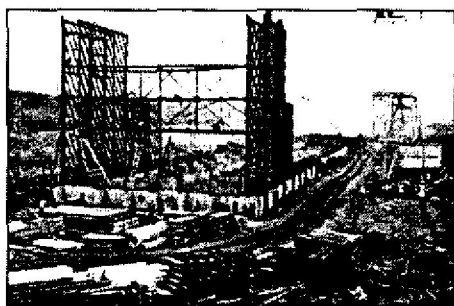
1. Hollandse IJssel storm surge barrier.
2. Maeslant storm surge barrier
3. Haringvliet Dam.
4. Volkerak Dam.
5. Brouwers Dam.

6. Grevelingen Dam.
7. Eastern Scheldt storm surge barrier
8. Veerse gat dam
9. Zandkreek dam.

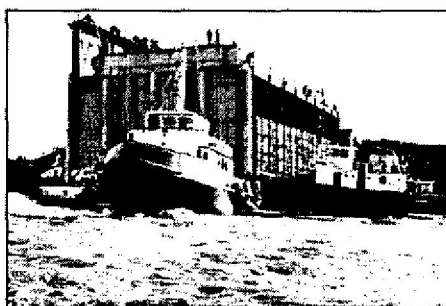
Trong dự án này, các công nghệ xây dựng mới đã được nghiên cứu và ứng dụng. Trong đó, tư tưởng chủ đạo trong lựa chọn công nghệ xây dựng công trình là: Thi công các cấu kiện chính của công trình ở một địa điểm khác, lai dắt đến vị trí xây dựng để đánh đắm hoàn thiện công trình.

#### 2.1.1.1. Đập Veerse gat

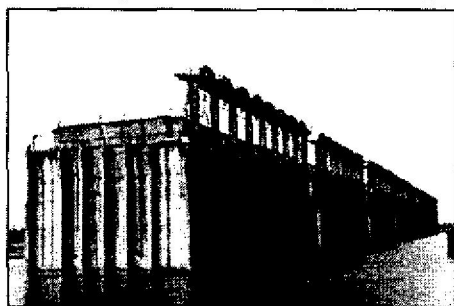
Đập Veerse gat được xây dựng để bảo vệ cho vùng Walcheren, Bắc - Beveland và Nam - Beveland khỏi các thảm họa từ thủy triều biển Bắc. Công trình được hoàn thiện năm 1961.



Thi công đúc xà lan trong hồ móng



Di chuyển xà lan đến vị trí công trình



Lắp ghép và hạ chìm xà lan



Công trình đã hoàn thiện

**Hình 2.4. Một số hình ảnh công Veerse gat dam**

Việc ngăn các cửa sông rộng bằng đập là rất phức tạp. Mỗi lần thủy triều lên xuống có gần 70 triệu m<sup>3</sup> nước chảy qua Veerse gat. Đó là điều cực kì khó khăn để xây dựng một đập chắn trong điều kiện hai lần nước lên xuống mỗi ngày. Chỉ một phần đập ngăn sông về phía Beverland nằm trên một bãi cát nông gọi là “Van Onrust” được xây dựng bằng công nghệ truyền thống. Phần hợp long còn lại nếu dùng công nghệ truyền thống sẽ bị thất bại vì dòng chảy quá mạnh nên các chuyên gia đã nghiên cứu áp dụng các công nghệ mới. Đập được bảo vệ bằng nhựa đường để làm giảm tối đa ảnh hưởng của thủy triều và thời tiết.

Vấn đề khó khăn nhất là khoảng 320 m cuối cùng của con đập cần phải được ngăn lại. Lượng nước khổng lồ chảy vào và chảy ra theo thủy triều đòi hỏi kết cấu phần cuối cùng của đập phải có biện pháp thi công đặc biệt, đó là công nghệ đập Xà lan. Năm 1959 tất cả mọi công đoạn chuẩn bị để chặn dòng phần cuối cùng đã sẵn sàng. Đầu tiên là thả đá hộc và cuội sỏi trên nền tạo thành ngưỡng đặt các xà lan, trong khi các xà lan này được chế tạo trên một ụ đóng tàu đặc biệt gần vị trí đập. Sau khi chế tạo xong, các xà lan được hạ thủy và di chuyển đến vị trí công trình, định vị và đánh chìm xuống ngưỡng đã được hoàn thành trước đó. Toàn bộ công trình có 24 xà lan và xà lan cuối cùng được đánh chìm vào ngày 24/4.

Nói chung kết cấu đập Veerse gat khá phức tạp. Xà lan là kết cấu rộng lớn được chia ra thành các vách ngăn. Điều đặc biệt là trên các xà lan đều có các lỗ hông có gắn cửa van, điều này là cần thiết vì các xà lan không những phải ngăn nước mà còn phải cho thủy triều chảy vào và rút ra trong suốt quá trình thi công.

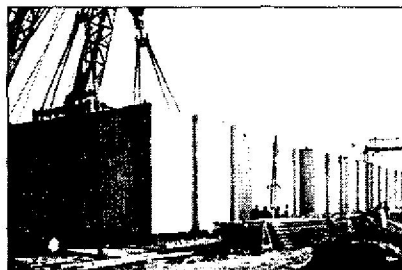
Các xà lan được đánh chìm vào vị trí khi cho nước vào trong nó, sau đó các cửa van được mở ra để nước có thể chảy qua. Khi chuyển tiếp giữa triều lên và xuống, dòng chảy là nhỏ nhất, khe hở giữa các đơn nguyên xà lan được lấp đầy bởi cát và sỏi. Để đảm bảo ổn định cho công trình, trong lòng và ở thượng và hạ lưu xà lan người ta đổ đá to sau đó đến một lớp cát và cuối cùng mái được bảo vệ bằng bê-tông nhựa đường. Như vậy, một con đập chắn ngang cửa Veerse gat đã được tạo ra với một đường giao thông ở trên đỉnh đập.

### 2.1.1.2. Đập Grevelingen

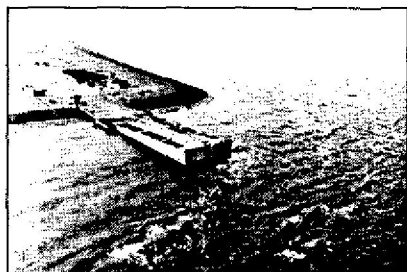
Đập Grevelingen được bắt đầu xây dựng vào năm 1958 và được hoàn thành 10 năm sau đó với chiều dài tuyến đập là 6 km. Công trình gồm 3 đoạn được thi công theo 3 phương án khác nhau: Khu vực đảo của Oude Tonge đắp cao lên bằng cát lấy từ dưới biển, sau đó đoạn hẹp và sâu ở phía Nam chặn lại bởi các xà lan, cuối cùng đoạn rộng và nông ở phía Bắc được ngăn lại bằng các khối bê-tông lớn thả xuống bởi hệ thống cáp treo. Để hoàn thiện công trình thì một cây cầu và một âu thuyền cũng được xây dựng.



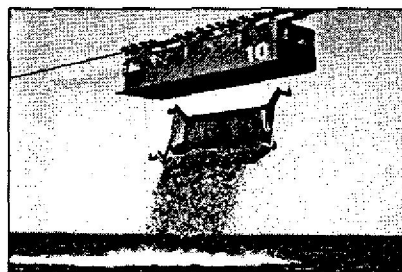
Thi công phân đập đất



Chế tạo xà lan trong hồ móng



Lắp ghép và hạ chìm xà lan



Cáp treo thả hỗn hợp đá xuống lòng sông



Đập hỗn hợp đất đá đang được hình thành



Toàn cảnh công trình khi hoàn thiện

**Hình 2.5. Đập Grevelingen**



Đoạn đào của Oude Tonge thi công năm 1957 bằng cách bơm cát từ biển Bắc qua hệ thống đường ống đến vị trí công trình.

Bên phía Schouwen - Duiveland, kênh chỉ rộng 600 m nhưng sâu tới 20 m. Họ đã lấp cát xuống đáy để giảm bớt chiều sâu của kênh còn khoảng 5 m. Tiếp theo, xà lan được chế tạo sẵn sau đó di chuyển đến và lắp đặt vào vị trí công trình theo kết cấu và nguyên lý như đập Veerse gat.

Đoạn còn lại được xây dựng bằng hệ thống cáp treo vận chuyển hỗn hợp gồm cát, xi-măng, bê-tông và đá cuội đến vị trí và thả xuống nước dọc theo tuyến công trình để tạo thành đập ngăn nước.

### 2.1.1.3. Đập Brouwers

Đập Brouwers được xây dựng để ngăn cửa Brouwerhavense bảo vệ cho vùng Goerree Overflakkee và Schouwen Duiveland. Do chiều rộng cửa Brouwerhavense rất lớn 6,5 km, tốc độ dòng chảy lớn nên họ đã nghiên cứu và kết hợp ứng dụng cả hai phương án thi công tiên tiến lúc đó là phương án xà lan và phương án cáp treo.

Phần kênh phía Bắc cửa Brouwerhavense có chiều dài 816 m, được xây dựng theo phương án xà lan với nguyên lý kết cấu và thi công tương tự như đập Veerse gat. Toàn bộ phần đập gồm có 12 xà lan ghép lại, mỗi xà lan có chiều dài 68 m, rộng 18 m, Cao 16,2 m được chia thành 12 khoang cửa van, mỗi cửa van rộng 5 m và được bắt đầu chế tạo năm 1968.

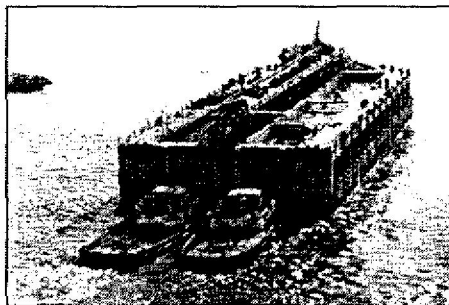
Phần còn lại ở phía Nam có chiều dài 684 m được thi công theo phương án cáp treo. Hệ thống đường cáp treo được xây dựng từ cồn cát ở giữa cửa Brouwerhavense đến Schouwen - Duiveland ở bờ Nam. Các xe cáp này sẽ vận chuyển các khối bê-tông lớn (mỗi khối nặng 2,5 tấn) đổ xuống nước tại vị trí tuyến công trình. Đã có khoảng 264.000 khối bê-tông (khoảng 660.000 tấn) được đổ xuống tạo thành một con đập. Sau đó, trên mái và mặt được đổ các lớp dăm sỏi, tiếp theo là lớp cát và trên cùng là lớp bê-tông nhựa đường.

Toàn bộ con đập được hoàn thành năm 1971. Khu vực phía trong đập được ngọt hóa mà không cần sự can thiệp của con người. Tuy nhiên, việc ngăn cản dòng triều như vậy đã làm phá vỡ môi trường hệ sinh thái vốn có. Vì vậy, vào năm 1978 một cống lấy nước mặn đã được xây dựng ngay trên tuyến đập. Cống này bao gồm hai khoang bê-tông,

mỗi khoang dài 195 m và một âu dẫn cá có chiều dài tương tự. Đây là một trong những bài học lớn của Hà Lan khi xây dựng công trình mà chưa tính đến hiệu quả kinh tế tổng hợp của vùng.



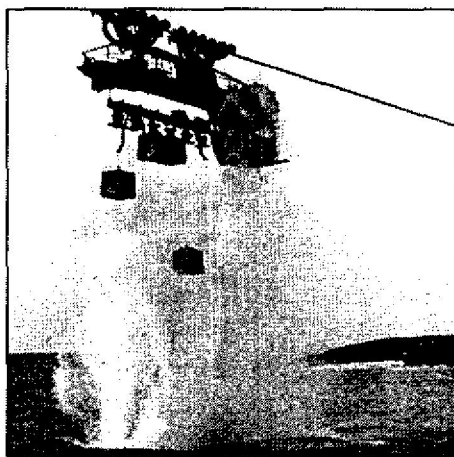
Thi công đúc xà lan trong hố móng



Di chuyển xà lan đến vị trí công trình



*Hình 2.6. Phần đập Brouwers được xây dựng theo phương án xà lan*



*Hình 2.7. Phần đập Brouwers được xây dựng theo phương án cáp treo*



*Hình 2.8. Tổng thể Đập Brouwers*

#### **2.1.1.4. Cổng Oosterschelde**

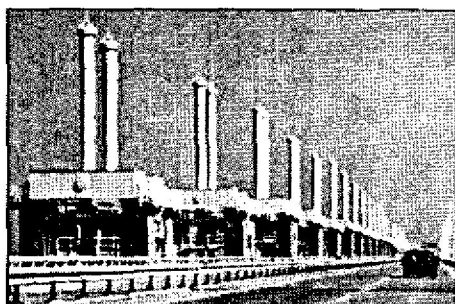
Cổng Oosterschelde là một công trình vĩ đại của Hà Lan, là công trình kiểm soát lũ dài gần 3 km, xuyên qua ba con sông của vùng Đông Schelde, cửa van phẳng, mỗi cửa rộng 41,3 m, tổng 2.480 m. Công trình khởi công vào năm 1976 và hoàn thành ngày 04/10/1986, giá thành xây dựng công trình này vào khoảng 3 tỷ đô la Mỹ (tương đương với 2,5 tỷ Euro). Công trình này được đánh giá là kỳ quan thứ 8 của thế giới.

Toàn bộ đập được tạo thành bởi 65 trụ dạng hộp rỗng, được chế tạo ở nơi khác sau đó di chuyển đến và lắp đặt vào vị trí. Giữa các trụ là 62 cửa van bằng thép, mỗi cửa rộng 41,3 m, cao 5,9 ÷ 11,9 m, nặng 480 T, đóng mở bằng xi-lanh thủy lực. Tổng chiều rộng cửa thông nước là 2560,6 m. Thời gian đóng (mở) toàn bộ hệ thống cửa này chỉ trong vòng một giờ.

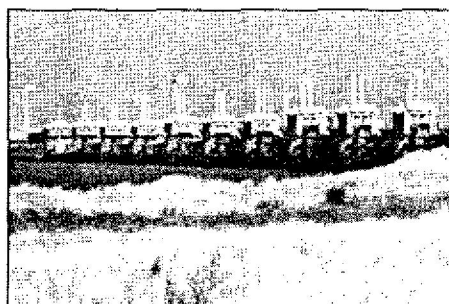
Trong điều kiện khí hậu bình thường, đập cho phép nước thủy triều tự do lưu thông qua cửa sông phía Đông Schelde để đảm bảo cân bằng môi trường hệ sinh thái nhờ sự hoạt động lên xuống của thủy triều có lợi cho cuộc sống của chim, cá và ngành công nghiệp cá của địa phương, thậm chí cho cả công viên quốc gia Biesbosch. Trong trường hợp



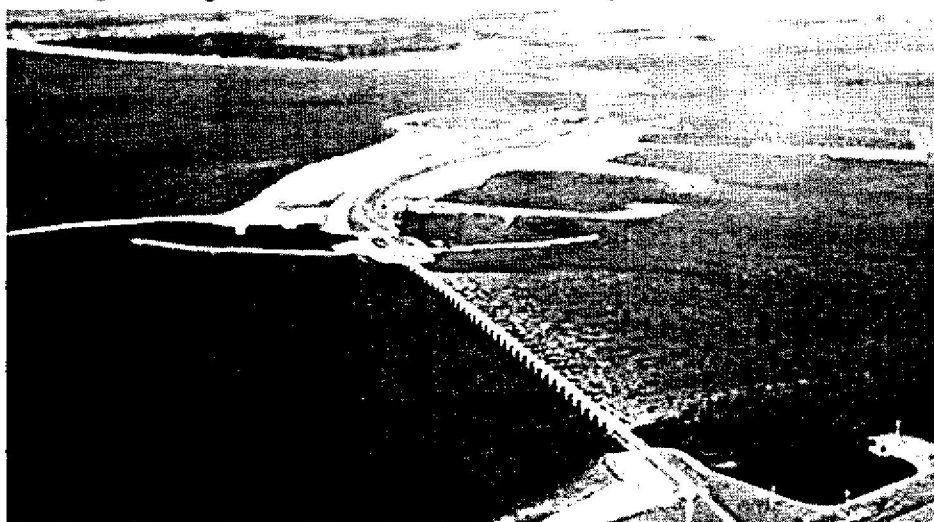
có bão lớn (như trận bão năm 1953), các cửa van sẽ được đóng xuống để ngăn triều không cho chúng tràn ngập các vùng đất thấp gần đó.



Cầu giao thông trên Oosterschelde



Hạ lưu Oosterschelde



*Hình 2.9. Tổng thể công trình cống Oosterschelde*

#### 2.1.1.5. Cống Hollandse IJssel

Sông Hollandse IJssel là con sông nối Rotterdam với biển Bắc rất thuận lợi cho giao thông thủy của Hà Lan. Tuy nhiên, khi lũ đổ về nước trong sông không thoát được ra biển do nước biển dâng cao làm cho các con đê dễ dàng bị phá vỡ đe dọa khu vực dân cư đông đúc của Hà Lan. Đây là lý do chính để xây dựng công trình này.

Công trình được xây dựng tại Nieuwe Maas nằm giữa Krimpen aan de IJssel và Capelle aan de IJssel. Đoạn sông này rộng 250 m. Ban



đầu công trình này dự định chỉ làm cửa chắn nước nhưng do phải đảm bảo an toàn cho tàu thuyền qua lại và đảm bảo tiêu thoát lũ do vậy phương án đưa ra là xây dựng đập ngăn sóng và làm âu thuyền.

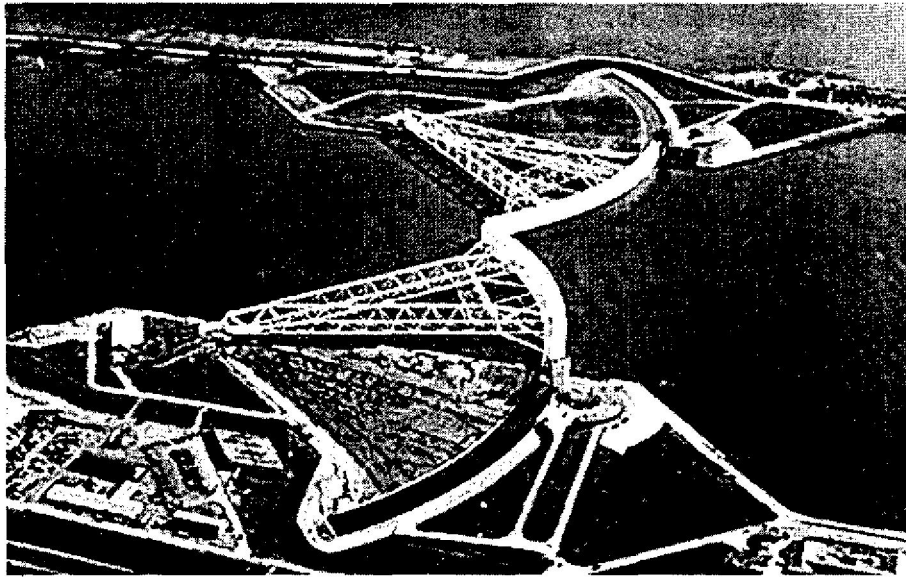
Đập gồm 3 trụ tạo thành 1 khoang rộng 80 m điều tiết bằng cửa van phẳng và 1 âu thuyền rộng 24 m dài 120 m, nặng 60 tấn. Hai cửa van phẳng rộng 81,2 m cao 11,5 m nặng hơn 635 tấn được vận chuyển ra vị trí lắp đặt bằng tàu kéo. Nhằm đảm bảo an toàn tuyệt đối, hai cửa được đóng mở lần lượt. Trên trụ là 4 tháp bố trí thiết bị đóng mở cao 45 m. Công trình được khởi công xây dựng năm 1954 và hoàn thành đưa vào sử dụng năm 1958. Các kết cấu BTCT gồm trụ ngưỡng được thi công tại chỗ trong khung vây tường thép. Do địa chất nền là sét yếu không thể xây dựng trụ trên nền đất này nên trước khi xây dựng phải bóc bỏ và thay thế vào đó bằng cát đắp vận chuyển từ Nieuwe Maas gần Vlaardingen đến bằng xà lan. Nền móng của công trình được gia cố thêm bằng cọc đóng sâu vào nền công trình.



*Hình 2.10. Cổng Hollandse IJssel*

### 2.1.1.6. Cổng Maeslandtkering

Cổng Maeslandtkering với 2 cửa van cung trục đứng có bán kính cửa van lên đến 240 m, mỗi cửa cao 20 m, khẩu độ thông thuyền công trình này là 360 m (Hình 2.11; kích thước ngang bằng tháp Eiffel của Pari và nặng gấp 4 lần tháp này). Công trình được hoàn thành năm 1997.



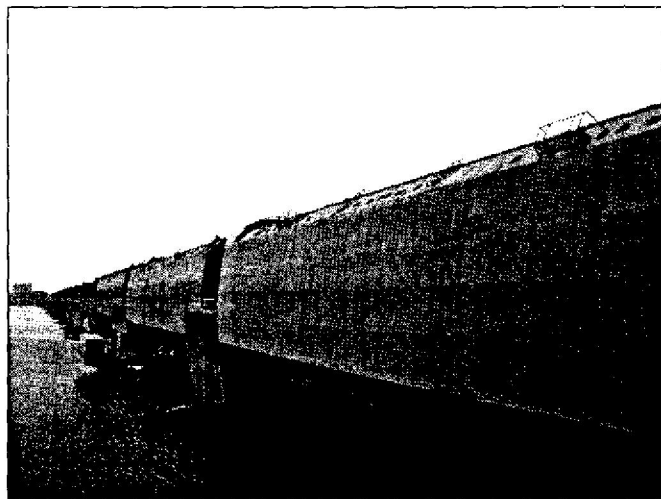
Hình 2.11. Cổng Maeslandtkering

### 2.1.1.7. Cổng Haringvliet

Công trình được thiết kế để chống lại triều cường và tháo lượng nước thừa từ Rhine và Maas (Hình 2.12). Toàn bộ công trình rộng 4,5 km, đóng một vai trò rất quan trọng trong hệ thống quản lý nước của Hà Lan. Công trình được bắt đầu xây dựng năm 1957 và hoàn thành vào năm 1971 bao gồm 17 khoang cửa van mỗi cửa rộng 56,5 m, cao 10,5 m, mỗi khoang cổng có hai cửa van cung ở thượng và hạ lưu. Công trình còn có một âu thuyền và những tuy-nen để cho phép cá có thể tự do ra vào từ biển Bắc thậm trí ngay cả khi các cửa van đã đóng lại.

### 2.1.1.8. Volkerak Dam

Được bắt đầu xây dựng năm 1957 và hoàn thành vào năm 1969.



*Hình 2.12. Cổng Haringvilet*

#### **2.1.1.9. Công trình Lower - Rhine**

Công trình Lower - Rhine của Hà Lan được xây dựng trên sông Rhine khoảng năm 1960. Công trình bố trí 2 cửa van công (Visor gate) mỗi cửa rộng 54 m. Khi nâng cửa, chiều cao thông thuyền là 9,1 m. Đây là đập chắn nước kết hợp để phát điện và phục vụ giao thông thủy. Trên sông Rhine còn có hai công trình có kết cấu tương tự được xây dựng tại Amerongen và Hagestein.



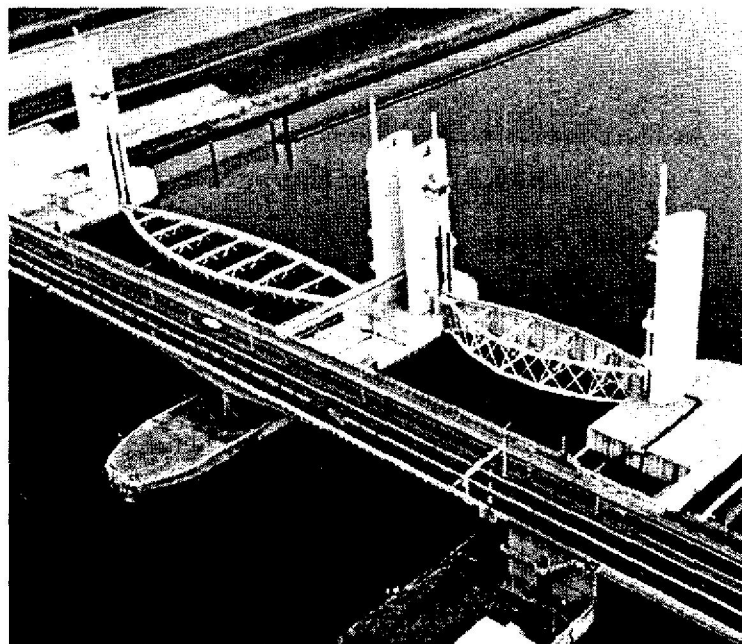
*Hình 2.13. Đập Rhine - Hà Lan*



Dạng đập chắn nước này còn được xây dựng ở Nhật Bản trên sông Aji - Osaka. Mỗi cửa của công trình này rộng 57 m. Công trình khánh thành vào năm 1970.

#### 2.1.1.10. Đập chắn nước Hartel Canal - Hà Lan

Công trình được xây dựng trên kênh Hartel để chống nước dâng do bão, khánh thành năm 1996. Công trình gồm 2 khoang thông nước, điều tiết nước bằng cửa van phẳng. Cửa lớn rộng tới 98 m cao 9,3 m. Cửa nhỏ rộng 49,3 m. Các cửa van được vận hành bằng xi-lanh thủy lực.



*Hình 2.14. Đập Hartel Canal*

### 2.1.2. Các công trình ngăn sông ở Mỹ

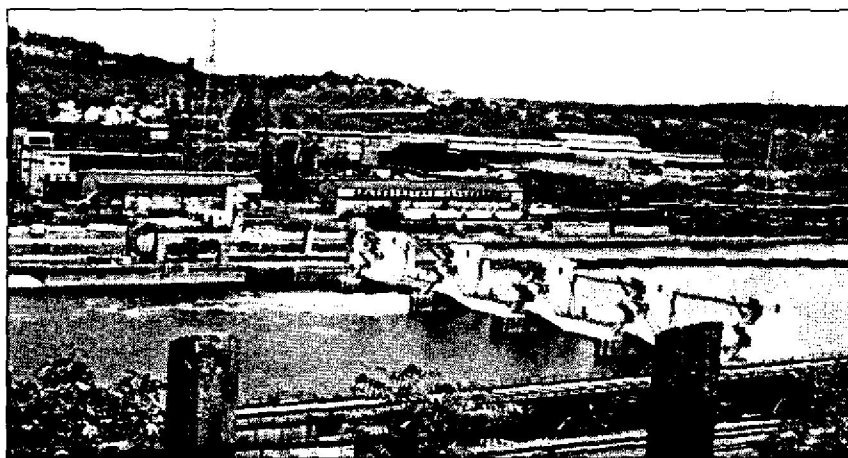
#### 2.1.2.1. Công trình Braddock

Tại Mỹ, trong dự án xây dựng các bậc nước trên sông Monongahela để phục vụ cho vận tải thủy, có rất nhiều công trình ngăn sông lớn được xây dựng. Trong đó, đập Braddock là một điển hình cho việc xây dựng công trình ngay trên sông với nguyên lý dạng phao. Đập gồm 5 khoang, mỗi khoang rộng 33,6 m.



Toàn bộ đập được ghép bởi hai đơn nguyên xà lan bê-tông, những xà lan này được đúc trong hồ móng cách vị trí công trình 25,9 dặm trong khi các phần việc tại vị trí hồ móng công trình cũng được hoàn thiện. Mỗi đơn nguyên bao gồm ngưỡng cửa van, một phần bể tiêu năng và phần đế trụ pin. Đơn nguyên 1 có chiều dài theo tim đập là 101,6 m bao gồm những khoang tràn tự do, khoang cửa van điều tiết chất lượng nước và một khoang cửa van thông thường. Đơn nguyên 2 có chiều dài theo tim đập là 80,8 m gồm hai khoang cửa van thông thường. Mỗi đơn nguyên đều có kích thước từ thượng lưu về hạ lưu là 31,9 m và tất cả các khoang cửa rộng 33,6 m.

Sau khi các đơn nguyên được chế tạo xong trong hồ móng, chúng được làm nổi và di chuyển ra vị trí công trình đánh chìm xuống vị trí được chuẩn bị sẵn.

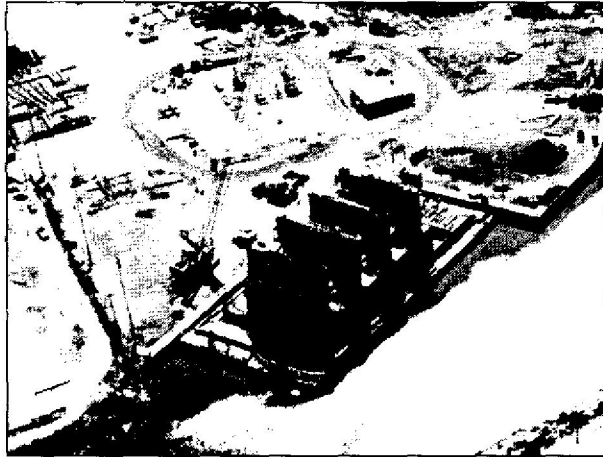


*Hình 2.15. Đập Braddock - Mỹ*

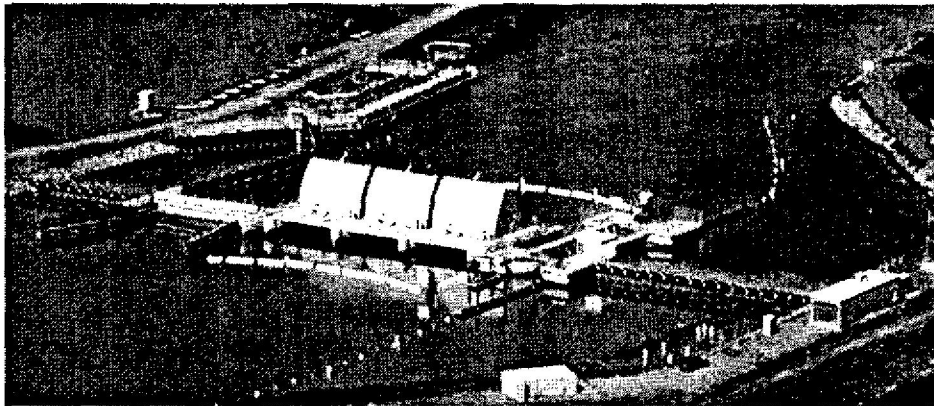
### **2.1.2.2. Cống ngăn mặn Montezuma**

Cống ngăn mặn Montezuma trên cửa sông Montezuma, được thiết kế và xây dựng để ngăn nước mặn xâm nhập vào sông Sacramento từ vịnh San Francisco. Công trình gồm 3 đơn nguyên bê-tông cốt thép dạng phao nổi được đúc sẵn trên một ụ nổi ở gần vị trí xây dựng, sau đó được hạ thủy bằng cách làm nghiêng ụ nổi và được di chuyển đến vị trí công trình, định vị và hạ chìm xuống nền. Công trình có 3 khoang cửa van cung rộng 11 m để điều tiết nước và 2 khoang cửa không chế mực

nước rộng 20,1 m, ngoài ra còn có một âu thuyền rộng 6,1 m dài 21,3 m. Công trình được hoàn thành vào năm 1988 với chi phí khoảng 12,5 triệu USD so với khoảng 25 triệu USD nếu thi công công trình theo phương án truyền thống.



*Hình 2.16. Chế tạo một đơn nguyên trên ụ nổi*

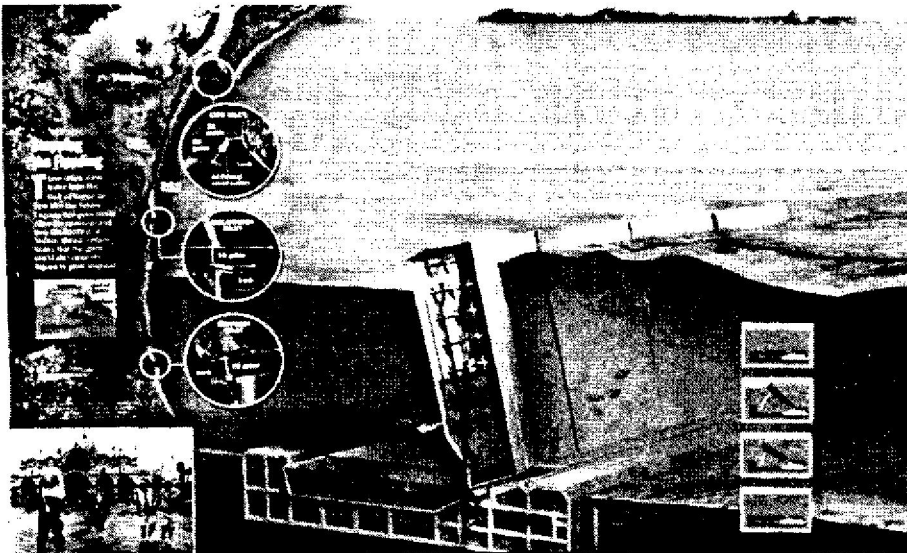


*Hình 2.17. Tổng thể công trình Montezuma*

### 2.1.3. Các công trình ngăn sông thuộc dự án Mose ở Italia

Trong dự án xây dựng các công trình giảm nhẹ lụt lội do triều cường cho thành phố Venice - Italia, các chuyên gia của Italia đã đề xuất phương án ngăn 3 cửa nhận nước từ vịnh Vinece là cửa LiDo, Malamocco, Chioggia bằng hệ thống gồm 78 cửa van bằng thép trên hệ

thông xà lan, mỗi cửa cao  $18 \div 28$  m, rộng 20 m, dày 5 m (Hình 2.18). Cửa van là loại Clape phao trực dưới khi cần tháo lũ thì bơm nước vào bụng cửa van để cửa hạ xuống, khi cần ngăn triều thì bơm nước ra khỏi bụng để cửa tự nổi lên. Dự án này dự kiến làm trong 10 năm và tiêu tốn tới 4,8 tỷ USD. Đây là loại hình công trình áp dụng nguyên lý phao nổi trong vận hành và lắp đặt cửa van cho công trình cố định. Dự án này là tâm điểm của nhiều hội thảo khoa học ở Italia tổ chức từ năm 1994 đến nay, hiện nay dự án đã được quyết định đầu tư xây dựng từ 2006 - 2014.



*Hình 2.18. Dự án ngăn các cửa sông ở Vinece - Italia*

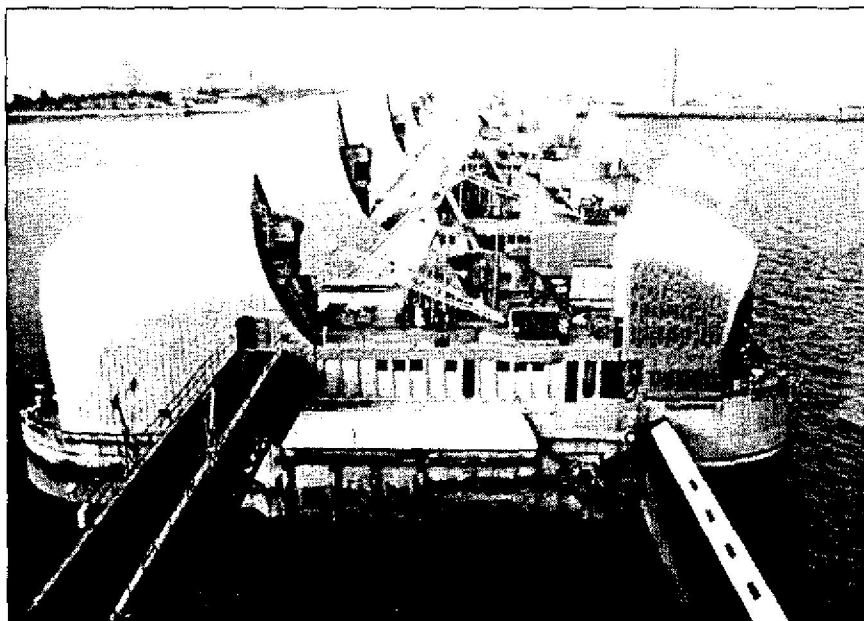
#### **2.1.4. Các công trình ngăn sông ở Anh**

Việc ứng dụng cọc cho giải pháp ổn định trong xây dựng công trình ngăn sông đã được các nước tiên tiến thực hiện từ những năm đầu của thế kỷ XX. Nhiều công trình tính đến nay đã gần một thế kỷ vẫn ổn định và vận hành tốt. Gần đây nhiều công trình ngăn sông nổi tiếng như đập sông Thames ở London - Anh cũng sử dụng móng cọc cho kết cấu móng công trình.

Năm 1953, nước trên sông Thames (chảy qua thủ đô London) dâng cao làm chết 300 người, phá hủy hầu như toàn bộ các trang trại lớn ở London. Năm 1974, các kỹ sư người Anh đã triển khai thiết kế và



thi công công trình ngăn sông Thames. Năm 1982 thì hoàn thành và đưa vào sử dụng, công trình xây dựng tại Woolwich cách thủ đô 17 km để ngăn những đợt sóng thần từ biển Bắc đổ vào sông Thames. Công trình này có tổng cộng 433 m công gồm 4 khoang 61 m, 6 khoang 31,5 m, cửa van cao hơn 20 m (Hình 2.19).



*Hình 2.19. Đập trên sông Thames  
khánh thành năm 1982 sử dụng kết cấu móng cọc*

## 2.1.5. Các công trình ngăn sông ở Đức

### 2.1.5.1. Đập chắn sóng bão Ems

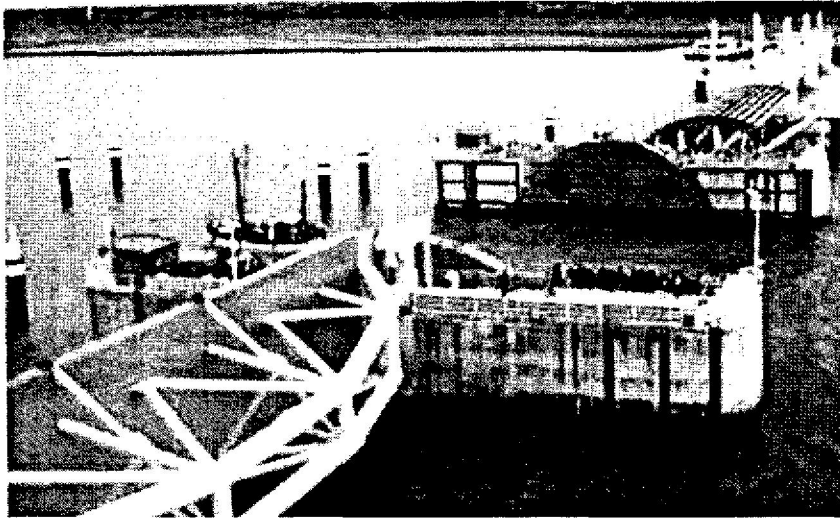
Đập chắn sóng Ems được xây dựng trên sông Ems từ năm 1999 đến năm 2002. Công trình gồm 7 khoang thông nước. Cửa thông thuyền lớn nhất rộng 60 m bố trí cửa van trụ xoay (Rotary segment gate). Hai cửa hai bên khoang này rộng 50 m cửa van viền phân (Segment gate) còn lại 4 cửa phẳng rộng 63,5 m. Với tổng chiều dài gần 500 m, đây là công trình lớn nhất châu Âu.

Do không có yêu cầu giao thông bộ nên công trình này không có cầu.

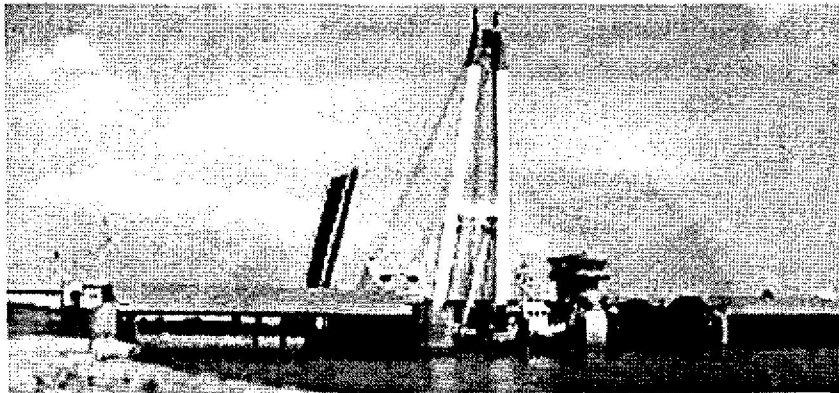


### 2.1.5.2. Đập chắn sóng bão Stor

Công trình có tác dụng kiểm soát lũ bao gồm hai cửa van cung được bố trí ở hai bên hai khoang âu thuyền, mỗi cửa rộng 43 m, cao 13 m. Công trình được hoàn thành năm 1974.



*Hình 2.20. Đập Ems - Đức*

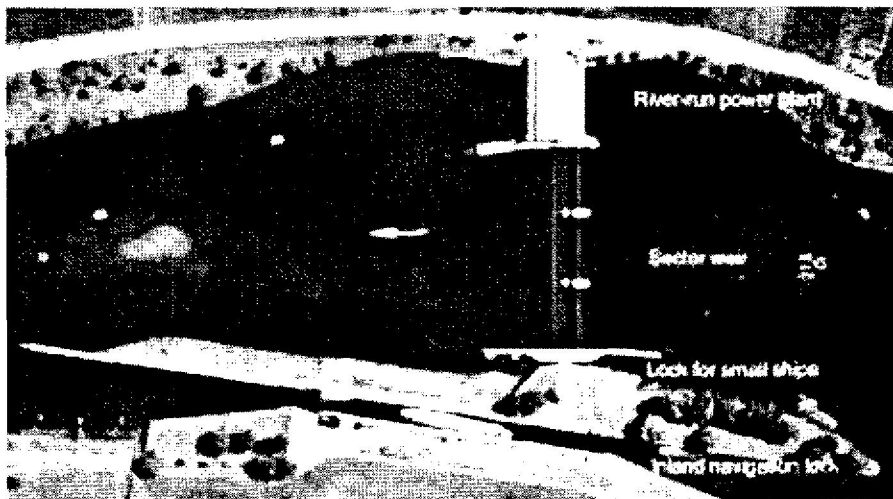


*Hình 2.21. Đập Stor - Đức*

### 2.1.5.3. Đập ngăn sông Mosel

Đập là một trong 14 công trình hỗ trợ đảm bảo dòng chảy phục vụ giao thông thủy và phát điện trên sông Mosel - Đức, công trình có 3

khoang cửa van hình quạt (Sector gate) rộng 40 m, chênh lệch cột nước 5,4 m, được hoàn thành vào năm 1963.

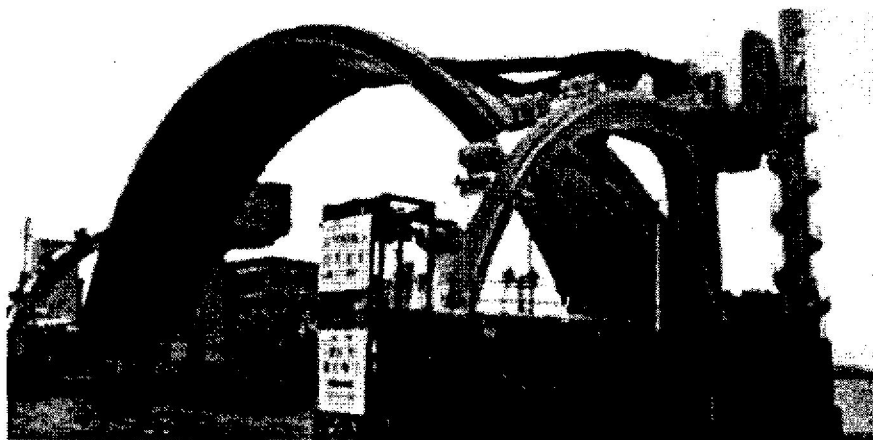


*Hình 2.22. Đập Mosel - Đức*

## 2.1.6. Các công trình ngăn sông ở Nhật

### 2.1.6.1. Công trình đập Aji

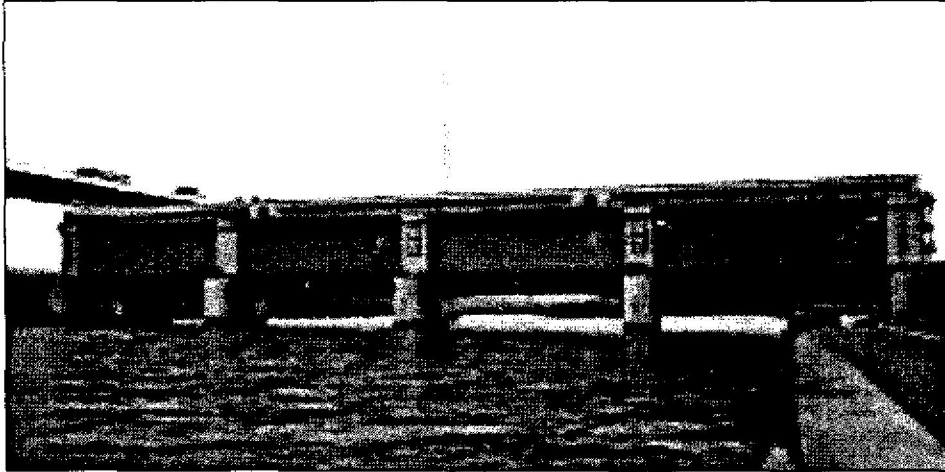
Công trình được xây dựng để phòng chống lũ cho thành phố Osaka, cửa van lưới tra được thiết kế với khẩu độ rộng 57 m.



*Hình 2.23. Cổng Osaka, Nhật Bản, 1970*

### 2.1.6.2. Cổng Kamihirai - Tokyo

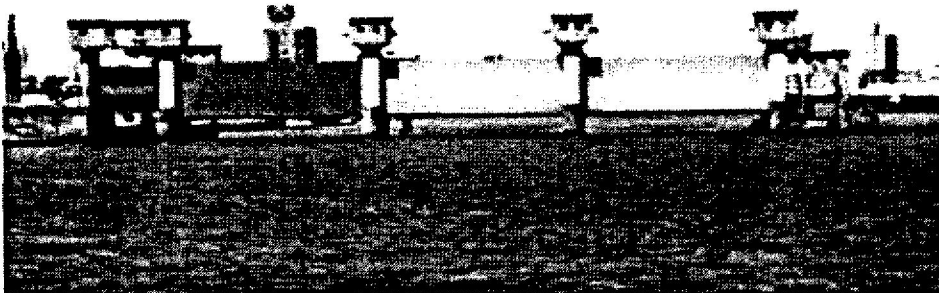
Công trình có nhiệm vụ ngăn lũ gồm 4 cửa van phẳng rộng 30 m, trong đó có 2 cửa cao 9,2 m và 2 cửa cao 9,5 m, được hoàn thành năm 1990.



*Hình 2.24. Cổng Kamihirai - Nhật Bản, 1990*

### 2.1.6.3. Cổng Shinanogawa

Công trình có nhiệm vụ ngăn lũ gồm 3 cửa van phẳng rộng 30 m, cao 24,5 m, được hoàn thành năm 1974.



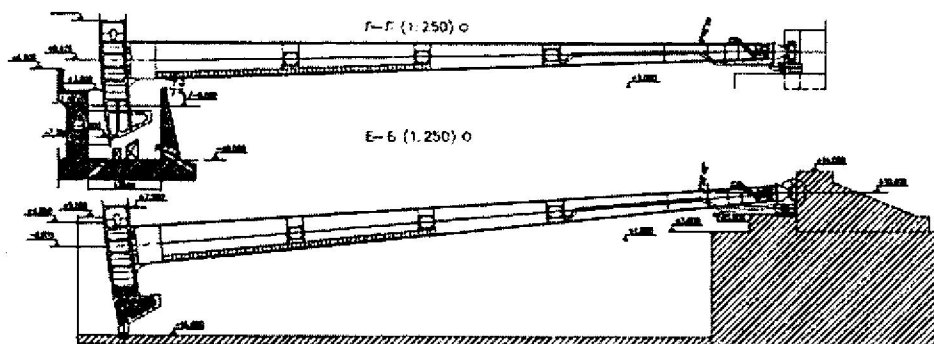
*Hình 2.25. Cổng Shinanogawa - Nhật Bản, 1974*



## 2.1.7. Một số công trình ngăn sông khác

### 2.1.7.1. Công trình ngăn sóng bão St. Petersburg - Nga

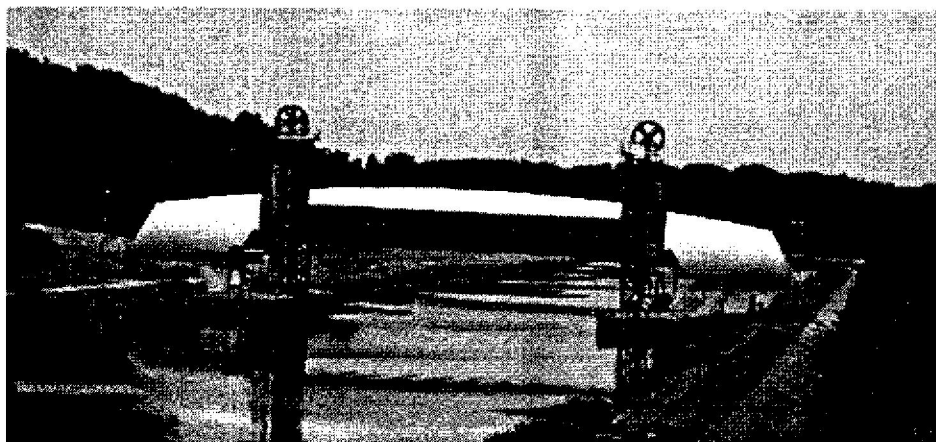
Công trình này được xây dựng để ngăn vịnh Neva với một vịnh của Phần Lan. Khoảng cổng rộng 200 m được ngăn bằng hai cửa van cung trục đứng có bán kính mỗi cửa là 126 m.



Hình 2.26. Cửa van công St. Petersburg - Nga

### 2.1.7.2. Công trình Blanc-pain - Bỉ

Công trình ngăn lũ với một khoang cửa van phẳng rộng 32,4 m được hoàn thành năm 2003.



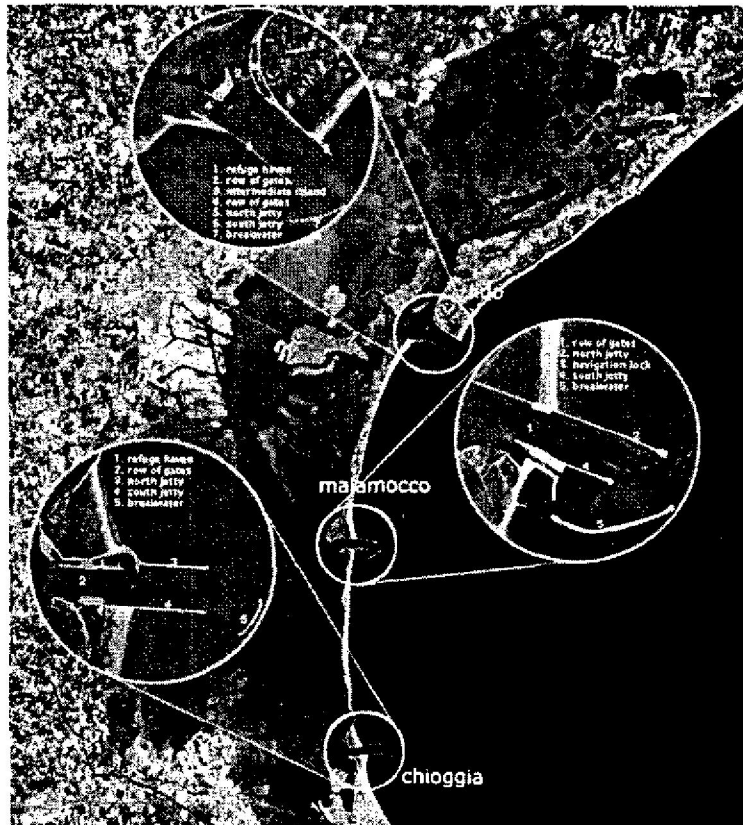
Hình 2.27. Công Blanc-pain - Bỉ, 2003



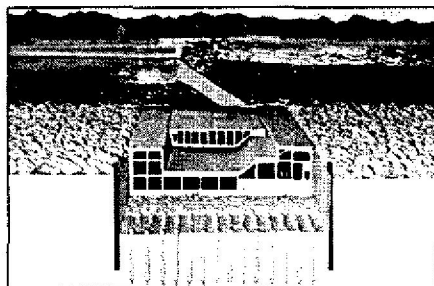
## 2.2. MỘT SỐ HÌNH ẢNH VỀ NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ, XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH

### 2.2.1. Thí nghiệm, xây dựng dự án Mose ở Italia

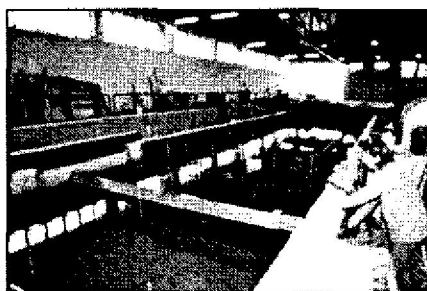
Các công trình thuộc dự án được xây dựng nhằm giảm nhẹ lụt lội do triều cường cho thành phố Venice - Italia, bao gồm 3 công trình chắn nước từ vịnh Vinece vào Vinece là cửa LiDo, Malamocco, Chioggia bằng hệ thống gồm 78 cửa van gắn trên hệ thống xà lan. Cửa van là loại Clape phao trục dưới vận hành đóng mở bởi hệ thống bơm nước vào và ra khỏi bụng cửa van. Dự án này dự kiến làm trong 10 năm và tiêu tốn tới 4,8 tỷ USD. Dự án này hiện đang được triển khai xây dựng và dự kiến hoàn thành vào năm 2014.



Hình 2.28. Tổng thể dự án



*Hình 2.29. Thiết kế các hạng mục công trình*



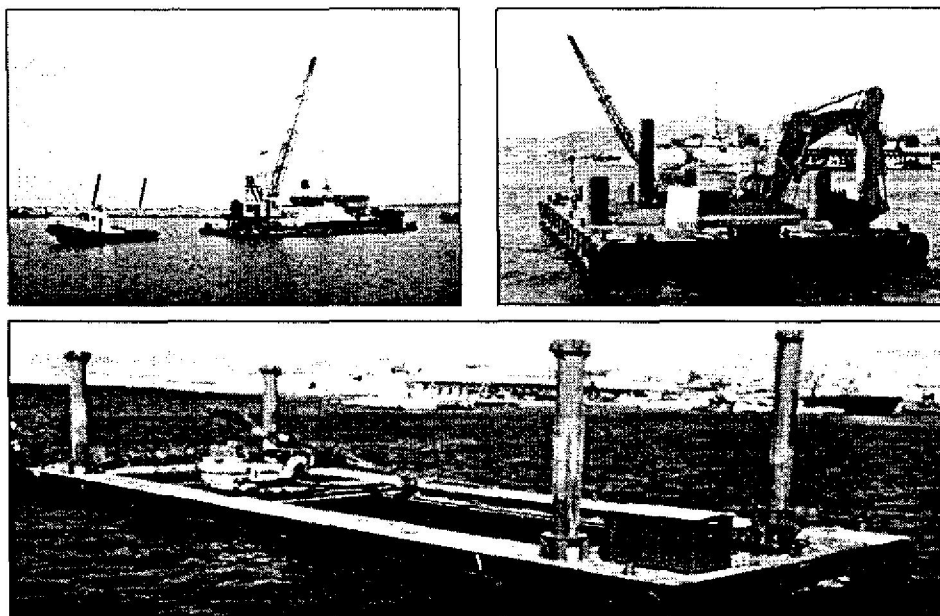
*Hình 2.30. Thí nghiệm mô hình cửa van phao*



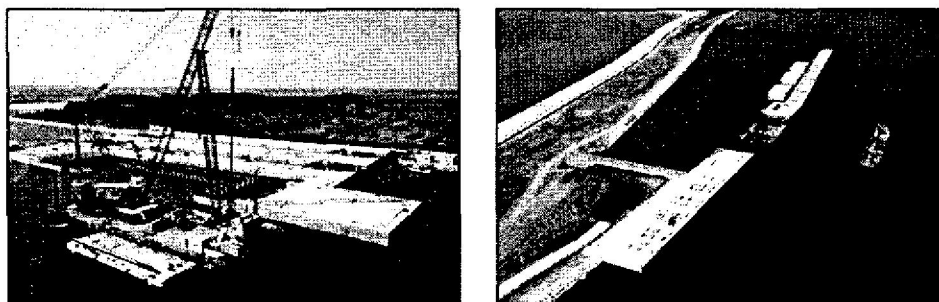
*Hình 2.31. Chuẩn bị hố móng xây dựng công trình*



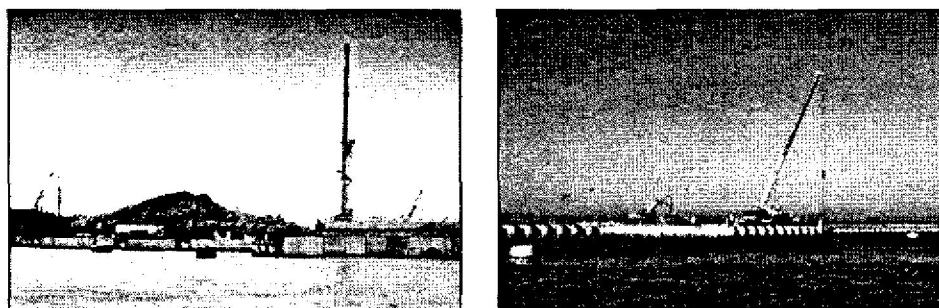
*Hình 2.32. Thi công chế tạo trong hố móng*



*Hình 2.33. Thi công mặt bằng xây dựng công trình*

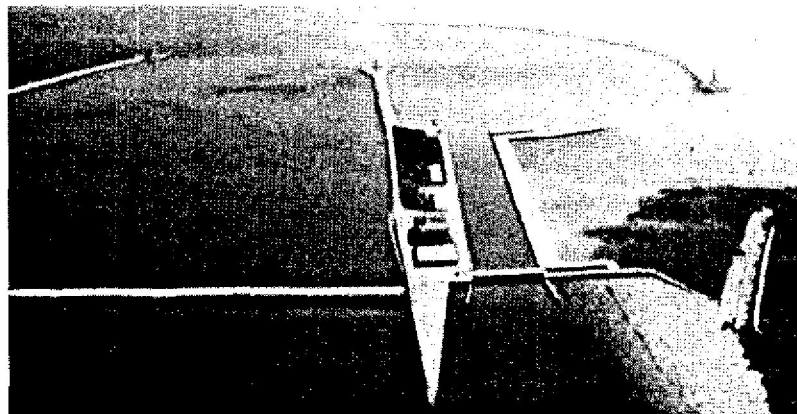


*Hình 2.34. Lai dắt các hạng mục công trình tới vị trí xây dựng*



*Hình 2.35. Xây dựng, liên kết các hạng mục công trình*

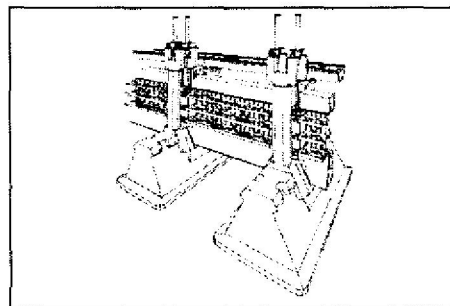
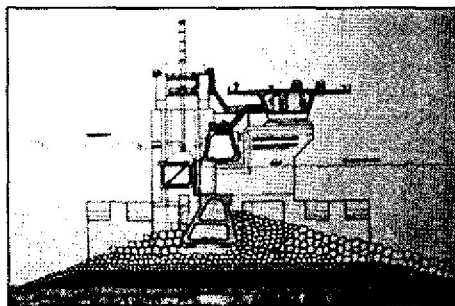




*Hình 2.36. Hoàn thiện công trình*

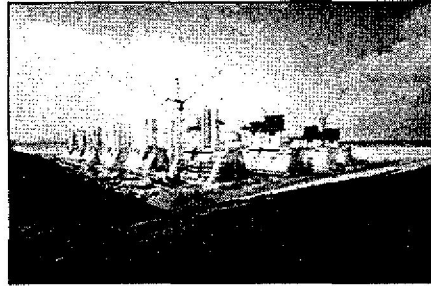
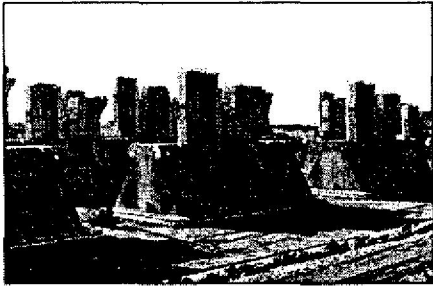
### 2.2.2. Thiết kế, xây dựng công trình Oosterschelde - Hà Lan

Công Oosterschelde là công trình kiểm soát lũ dài gần 3 km, xuyên qua ba con sông của vùng Đông Schelde. Toàn bộ đập được tạo thành bởi 65 trụ dạng hộp rỗng, được chế tạo ở nơi khác sau đó di chuyển đến và lắp đặt vào vị trí. Giữa các trụ là 62 cửa van bằng thép, mỗi cửa rộng 41,3 m, cao  $5,9 \div 11,9$  m, nặng 480 T, đóng mở bằng xi-lanh thủy lực. Tổng chiều rộng cửa thông nước là 2560,6 m. Thời gian đóng (mở) toàn bộ hệ thống cửa này chỉ trong vòng một giờ. Công trình khởi công vào năm 1976 và hoàn thành ngày 04/10/1986.

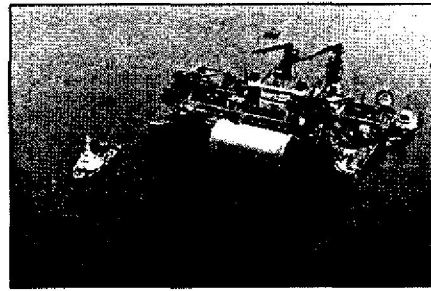
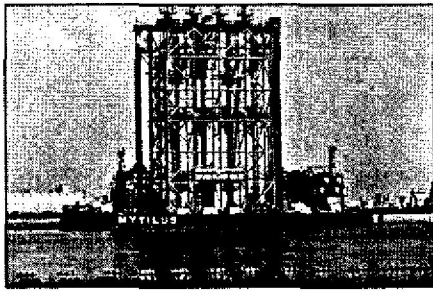


*Hình 2.37. Thiết kế các hạng mục công trình*

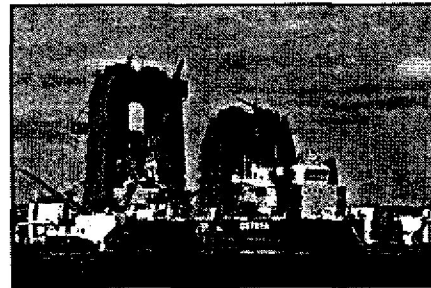




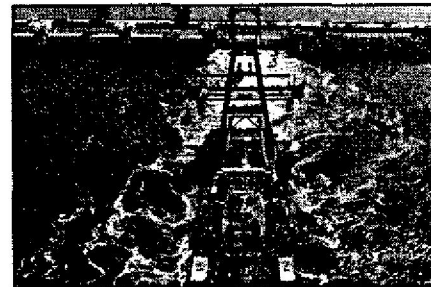
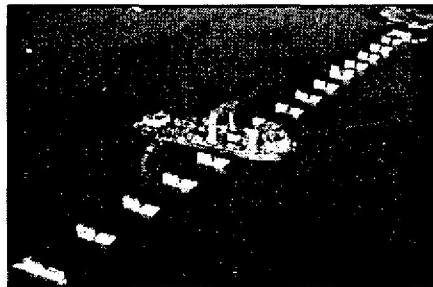
*Hình 2.38. Chế tạo các trụ trong hồ móng*



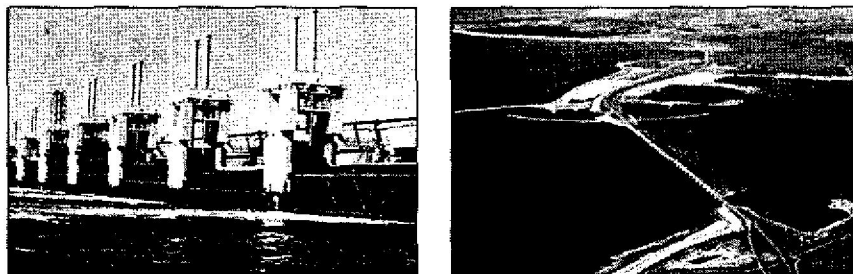
*Hình 2.39. Thi công nền móng công trình*



*Hình 2.40. Di chuyển các trụ đến vị trí công trình*

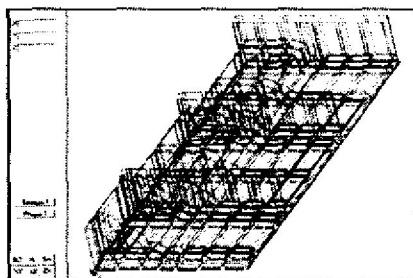


*Hình 2.41. Lắp đặt các trụ và cửa van*

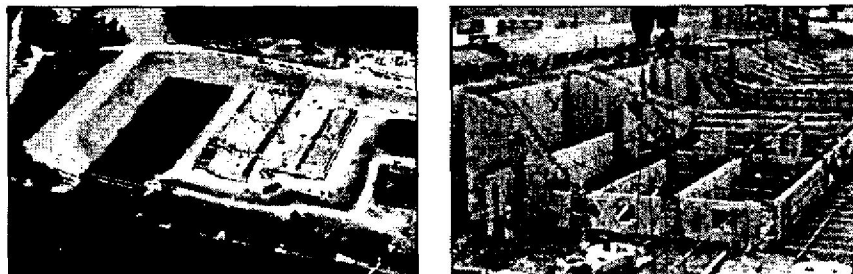


*Hình 2.42. Công trình đã hoàn thiện*

### 2.2.3. Thiết kế, xây dựng công trình ở Bradock - Mỹ



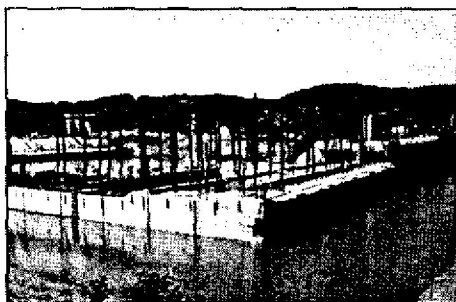
*Hình 2.43. Thiết kế các hạng mục công trình*



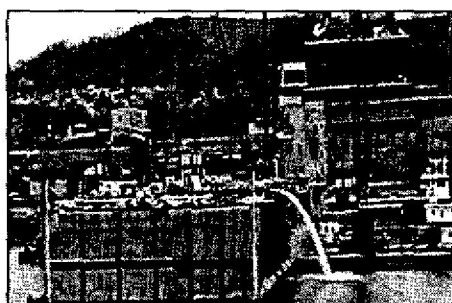
*Hình 2.44. Chế tạo các xà lan trong hồ móng*



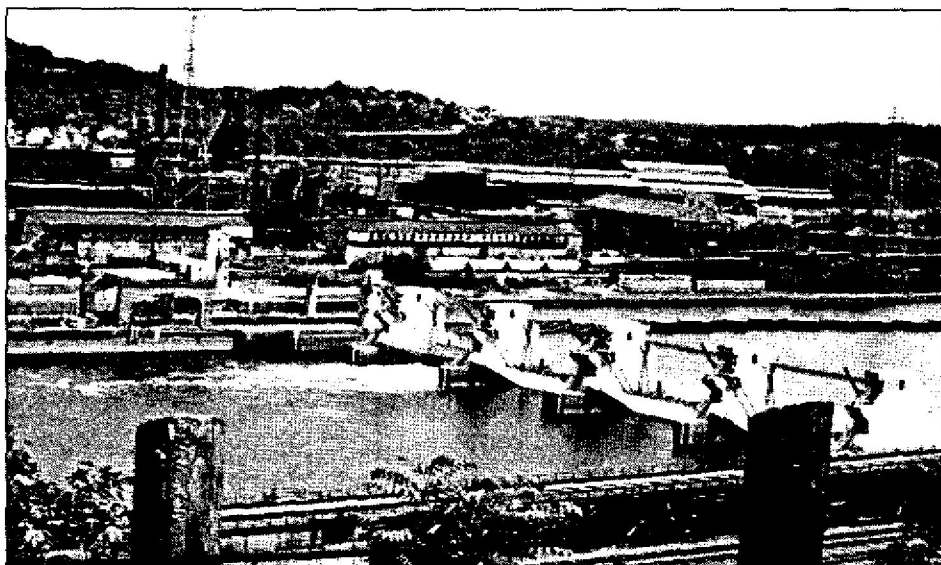
*Hình 2.45. Thi công nền móng công trình*



*Hình 2.46. Di chuyển xà lan đến vị trí công trình*



*Hình 2.47. Định vị, hạ chìm xà lan*



*Hình 2.48. Công trình đã hoàn thiện*



### 2.3. MỘT SỐ ĐÁNH GIÁ CHUNG

Xây dựng công trình ngăn sông lớn nói chung chính là tổ hợp các hạng mục, nội dung chính bao gồm:

- Xây dựng kết cấu chính (Phần thủy công);
- Chế tạo, lắp ráp kết cấu cửa van và thiết bị điều khiển;
- Thi công, tạo mặt bằng lắp đặt công trình;
- Định vị, lắp ráp các cấu kiện;
- Hoàn thiện công trình.

Như chúng ta đã thấy, nhiều nước trên thế giới đã tiến hành nghiên cứu, triển khai xây dựng các công trình ngăn sông trước khi chúng ta nghĩ đến hơn 50 năm. Một phần do đặc điểm tự nhiên (thiên tai, lũ lụt nặng nề), kinh tế (là những nước phát triển) nhưng có lẽ điều quan trọng hơn là các nước có một quy hoạch và định hướng chiến lược phát triển kinh tế, xã hội đúng đắn và sự quyết tâm cao độ của nhà nước cũng như các nhà khoa học, cán bộ kỹ thuật và tập thể công nhân.

Mỗi công trình được xây dựng với một nét kiến trúc, kiểu dáng khác nhau nhưng tất cả đều để lại những dấu ấn đặc biệt về kỹ thuật và khoa học công nghệ. Đặc biệt là sự kết hợp hài hòa giữa nhiệm vụ giao thông, thủy lợi với du lịch. Các công trình này cũng chính là các điểm thu hút được rất nhiều du khách. Để đạt được điều này, hầu hết các công trình trước khi triển khai thi công xây dựng đã được đầu tư nghiên cứu, chuẩn bị phương án kỹ thuật rất kỹ với chi phí hỗ trợ cho giai đoạn này khá lớn (có công trình lên đến hàng chục năm).

Đây thật sự là những bài học cực kỳ quý báu cho chúng ta, trước khi triển khai nghiên cứu, thiết kế và xây dựng những công trình ngăn sông lớn tầm cỡ thế giới ở vùng đồng bằng sông Cửu Long.



## Chương 3

# MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH NGẮN SÔNG LỚN Ở VIỆT NAM

### 3.1. PHÂN TÍCH LỰA CHỌN CÔNG NGHỆ

#### 3.1.1. Đặc điểm chung

Các sông lớn ở nước ta chủ yếu tập trung trong khu vực đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). Đặc điểm các cửa sông lớn là lòng sông mở rộng và sâu do thủy triều, đoạn sông cuối đổ ra biển thường là hợp lưu của các con sông nhánh. Khác với điều kiện địa chất, địa hình trên những sông nhỏ, địa chất nền của các cửa sông chủ yếu là bồi tích sông biển mềm yếu, chiều dày của lớp đất yếu rất lớn. Theo các kết quả nghiên cứu đã được công bố, toàn bộ nền đất ở ĐBSCL từ độ sâu trên 100 m lên đến mặt đất mới được hình thành trong kỷ đệ tứ. Đặc biệt là phần trên cùng ở độ sâu 30 ÷ 50 m lên đến mặt đất, đất nền mới được hình thành trong thời kỳ Holocen - được gọi là lớp phù sa trẻ. Lớp phù sa trẻ mới hình thành gần như chưa trải qua quá trình nén chặt tự nhiên, đất xốp, các hạt chưa được gắn kết, ngoài ra đất này có nguồn gốc biển và sông hỗn hợp do đó có tính chất cơ lý khá đặc biệt rất nhạy cảm với tác động bên ngoài, tính chất của đất dễ biến đổi. Do đó trong trường hợp cần ứng dụng cọc để xử lý nền móng phải là những loại cọc có khả năng hạ sâu như cọc khoan nhồi, cọc ống ly tâm hoặc cọc đúc dự ứng lực.

Tốc độ dòng chảy qua các sông thường khá lớn do chịu ảnh hưởng của chế độ bán nhật triều với biên độ triều cao (có nơi biên độ triều lên đến hơn 3 m).

Nhu cầu giao thông thủy qua các sông rất lớn và ngày càng phát triển mạnh.

Khi xác định các thông số kỹ thuật chính như tổng chiều rộng thông nước, cao trình ngưỡng đập cho công trình, nếu căn cứ theo kết quả tính toán thủy văn thủy lực thì sự co hẹp dòng chảy qua công trình

sẽ khá lớn. Tuy nhiên, như đã đề cập ở các phần trước bên cạnh vấn đề phục vụ thủy lợi, công trình cần phải hướng tới lợi ích tổng hợp để mở rộng khoang công một cách hài hòa hợp lý.

Những công trình thủy lợi nước ta đã được xây dựng trước đây, khẩu độ khoang công lớn không nhiều, mới chỉ một số ít công trình có khẩu độ lớn hơn 20 m như công trình ngăn mặn giữ ngọt Thảo Long - Thừa Thiên Huế mở rộng khẩu độ nhịp lên 33 m, công trình đập hạ lưu sông Dinh - Ninh Thuận đang được thiết kế nhịp 40 m. Một phần do chưa mạnh dạn ứng dụng công nghệ mới trong xây dựng công trình, mặt khác điều kiện thiết bị và khả năng chế tạo cơ khí còn hạn chế.

Các công trình ngăn sông lớn ở nước ta thường nằm trong môi trường chua mặn ven biển với độ ẩm cao, mức độ oxy hóa, phá hoại kết cấu xây dựng nói chung rất mạnh.

Yêu cầu về tốc độ đóng mở cửa van đối với một số công phải kịp thời nhằm mục đích tiêu thoát nước tốt và tận dụng thủy triều lên xuống để cải tạo đất cũng như cải thiện môi trường hệ sinh thái.

Đây là những đặc điểm nổi bật, có ảnh hưởng nhiều đến phân tích, lựa chọn công nghệ, vật liệu, hình thức kết cấu công trình trong thiết kế xây dựng cần phải được quan tâm đúng mức.

### 3.1.2. Nguyên tắc chung lựa chọn công nghệ

Việc quyết định lựa chọn loại kết cấu công trình nào, với biện pháp thi công xây dựng tương ứng phù thuộc chính vào tính chất, chức năng nhiệm vụ công trình, điều kiện tự nhiên, xã hội cũng như mức đầu tư của dự án.

Dựa vào những kết quả nghiên cứu đã đạt được, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam đã đề xuất 3 công nghệ có thể áp dụng cho xây dựng công trình ngăn sông lớn bao gồm: Công nghệ Trụ đỡ, công nghệ Trụ phao, công nghệ đập Xà lan liên hợp. Ngoài ra, một số kết cấu, hạng mục công trình khác có thể dùng chung cho cả 3 công nghệ trên như âu thuyền, cầu giao thông, cửa van v.v... cũng đã được đề cập để có thể lựa chọn áp dụng phù hợp.

Công nghệ trụ-đỡ dựa trên nguyên lý kết cấu, tính toán và biện pháp thi công của công nghệ đập Trụ đỡ đã được áp dụng thành công cho nhiều công trình ngăn sông trước đây (công trình đập Thảo Long,

công trình Bà Đầm C v.v...) với một số cải tiến hợp lý hơn trong điều kiện cột nước sâu. Tuy nhiên, công nghệ này cũng chỉ nên áp dụng cho các công trình với cột nước thi công nhỏ hơn 15 m.

Công nghệ đập Xà lan liên hợp áp dụng tốt cho các sông rộng và sâu. Đối với những sông càng rộng và sâu thì công nghệ này càng phát huy hết hiệu quả.

Công nghệ Trụ phao áp dụng tốt cho các sông không quá rộng và sâu.

Về nguyên tắc, cả 2 công nghệ Trụ phao cũng như đập Xà lan liên hợp đều có thể áp dụng và hiệu quả cho cả các công trình có cột nước thấp hơn 15 m. Trong trường hợp, các sông có cột nước thi công nhỏ, phương án tốt nhất là sử dụng các công nghệ đập Xà lan và công nghệ đập Trụ đỡ.

## **3.2. CÔNG NGHỆ ĐẬP TRỤ ĐỠ**

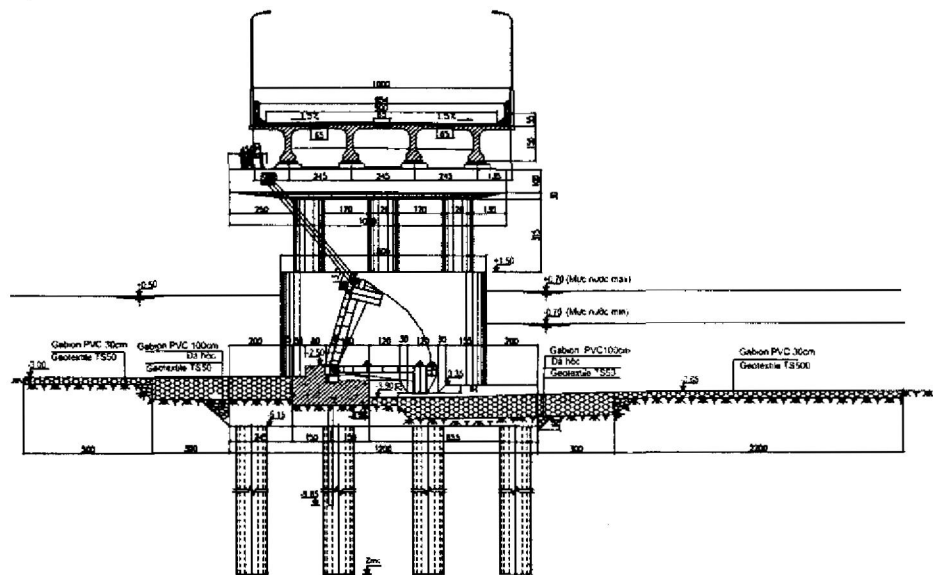
### **3.2.1. Kết cấu**

Như đã phân tích ở trên, đối với những công trình ngăn sông lớn với độ sâu không quá cao và địa chất không quá yếu thì có thể áp dụng công nghệ đập Trụ đỡ. Tuy nhiên, trong thiết kế cần lưu ý một số vấn đề kỹ thuật do đặc thù của điều kiện tự nhiên để nâng cấp cải tiến công nghệ cho phù hợp. Đập Trụ đỡ cải tiến để xây dựng ngăn sông lớn cũng giống như kết cấu trụ đỡ thông thường gồm các bộ phận cừ chống thấm, kết cấu trụ pin và cửa van tạo thành một mặt phẳng ngăn nước, tuy nhiên kết cấu móng công trình và phương án thi công công trình có thay đổi để đảm bảo an toàn thi công và khả năng chịu áp lực ngang của công trình. Trong trường hợp này, tốt nhất là sử dụng khung vây cọc ván thép hoặc ống thép.

#### **3.2.1.1. Trụ pin**

Kết cấu trụ đặc bằng bê-tông cốt thép gồm bệ đỡ và thân trụ. Kích thước trụ được tính toán theo yêu cầu chịu lực của công trình, phụ thuộc vào các tổ hợp mực nước thiết kế, kết cấu khoang cống và việc bố trí cửa van. Do vậy để ngăn sông lớn, bệ trụ có thể rộng tới  $15 \times 45$  m. Đây cũng là kích thước mặt bằng vừa phải để có thể sử dụng khung vây thép khi thi công trụ. Móng trụ là móng cọc và có thể sử dụng các loại

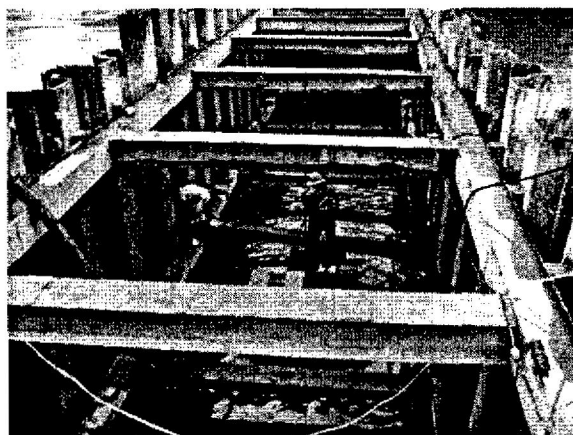
cọc đóng đường kính lớn như cọc BTCT dự ứng lực, cọc ống ly tâm, cọc khoan nhồi.



*Hình 3.1. Cắt ngang một khoang cống đập Trụ đỡ*

### 3.2.1.2. Dầm đỡ van

Đây là kết cấu liên kết giữa các trụ với nhau và liên kết với cửa van, kết cấu có tác dụng đỡ cửa van và truyền lực về hai trụ. Kết cấu dầm đỡ van làm bằng BTCT, hai đầu gác lên hai bộ của trụ.



*Hình 3.2. Thi công dầm đáy đập Trụ đỡ*



Đối với công trình ngăn sông lớn, dầm thường dài khoảng 30 đến 60 m nếu công trình có kết hợp làm cầu giao thông. Trong trường hợp không có cầu, dầm đỡ van có thể được thiết kế dài hơn. Do vậy đối với đập Trụ đỡ thông thường (Hình 3.2) dầm này thường đỡ tại chỗ hoặc thi công kiểu kết cấu đặc và dùng cầu lắp ghép, còn ở các sông lớn dầm đỡ van được thiết kế thi công kiểu hộp phao rỗng, nhẹ để có thể di chuyển và hạ chìm dễ dàng nhờ vào định vị là các trụ chịu lực đã thi công trước.

### 3.2.2. Biện pháp thi công

Thi công xây dựng công trình bằng công nghệ đập Trụ đỡ được tiến hành theo các bước chính như sau:

- Thi công cừ chống thấm.
- Thi công móng cọc trụ đỡ.
- Thi công cừ vây hoặc thùng chụp tại vị trí trụ.
- Thi công bệ cọc và trụ đỡ.
- Thi công dầm đỡ van (thi công đỡ tại chỗ ở vị trí từng khoang đập) hoặc trên hệ sàn đạo, sau đó đặt xuống vị trí.
- Lắp đặt hệ thống cửa van và thiết bị đóng mở.
- Thi công kết cấu chống xói lòng dẫn.
- Lắp đặt dầm và thi công các hạng mục cầu giao thông.
- Hoàn thiện công trình.

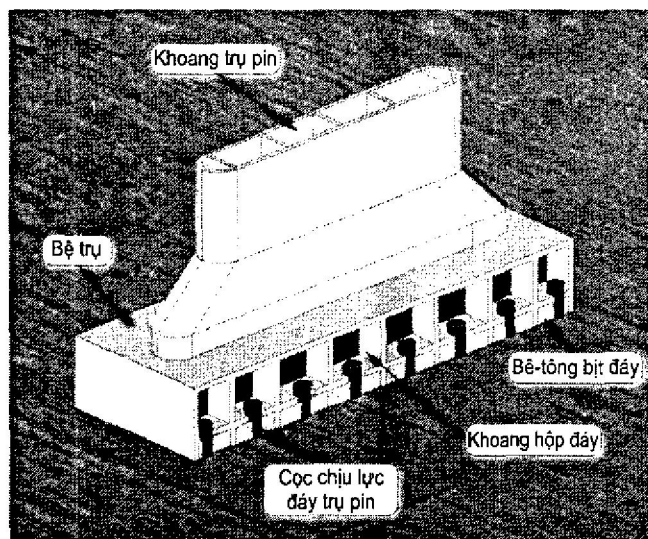
## 3.3. CÔNG NGHỆ ĐẬP TRỤ PHAO

### 3.3.1. Kết cấu

#### 3.3.1.1. Trụ pin

*Kết cấu:* Trụ pin có kết cấu dạng phao rỗng bao gồm phần trụ và hộp đáy với lớp vỏ bê-tông bản mỏng chất lượng cao. Bên trong trụ pin là tổ hợp các khoang nhỏ có kết cấu không gian dạng dầm cột hoặc tường vách vừa đảm bảo khả năng ổn định về kết cấu, vừa đảm bảo trọng lượng bản thân để trụ pin có thể dễ dàng di chuyển trong nước. Phía dưới trụ phao là hệ thống cọc đã được đóng sẵn. Trụ pin là kết cấu nhận lực từ cửa van và cầu giao thông sau đó truyền xuống nền công

trình thông qua hệ đài cọc. Ngoài ra trụ pin còn kết hợp với cửa van để ngăn nước và có bộ phận liên kết với dầm van. Trên trụ pin có bố trí các thiết bị đóng mở cửa van, trụ cầu giao thông v.v... Trong các công trình ngắn sông lớn, do yêu cầu mở rộng khẩu độ cống, cột nước sâu và chênh lệch mực nước thượng hạ lưu cao nên kết cấu trụ pin là rất lớn.



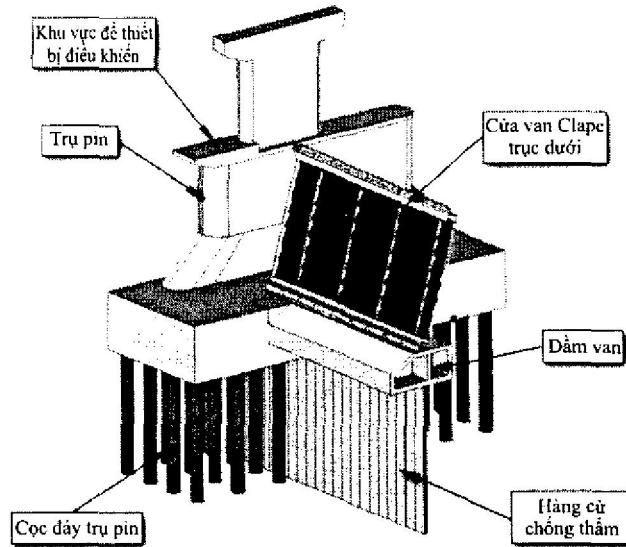
**Hình 3.3. Kết cấu trụ pin dạng phao**

*Biện pháp thi công:* Trụ phao được chế tạo tại một địa điểm khác, di chuyển đến vị trí thi công và hạ chìm. Sau khi định vị, căn chỉnh, tiến hành đổ bê-tông gắn kết hệ cọc với trụ phao.

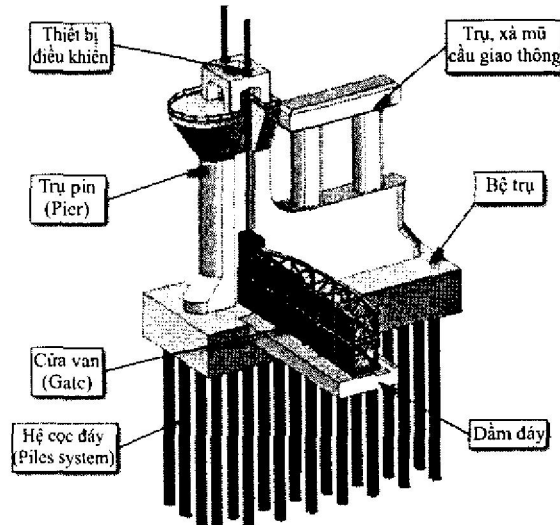
Trong nghiên cứu các loại kết cấu trụ pin cho công nghệ đập trụ đỡ ngắn sông lớn, Viện Khoa học Thủy lợi đã đề xuất một số phương án kết cấu trụ ứng với các loại cửa van như: cửa van trụ xoay, cửa van phao phẳng, cửa van Clape phao trực dưới và cửa van cung.

Trụ pin sau khi được thi công trong hồ móng tạm, di chuyển đến vị trí công trình, được định vị và hạ thủy bằng các thiết bị chuyên dụng và sau đó tạo liên kết với hệ cọc đã được thi công sẵn dưới đáy tạo thành một hệ ngàm cứng đảm bảo điều kiện làm việc ổn định của trụ pin. Từ đáy trụ pin được phát triển lên kết hợp vừa làm nhiệm vụ như trụ pin cống, vừa làm nhiệm vụ như trụ cầu giao thông.

Ngày nay với quy mô và yêu cầu kỹ thuật cao, việc thiết kế và thi công trụ pin ngoài việc đảm bảo các yêu cầu chính thì tính thẩm mỹ của công trình cũng là một vấn đề đáng để chú ý. Với biện pháp thi công độc lập và chủ động thì việc làm hình thức hóa trụ pin công theo công nghệ trụ đỡ là hoàn toàn có thể.



**Hình 3.4. Kết cấu trụ pin cửa van Clape phao trực dưới**



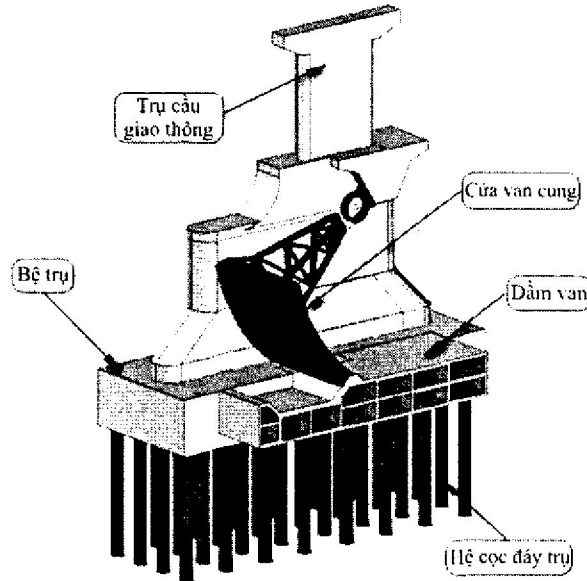
**Hình 3.5. Kết cấu trụ pin cửa van phẳng**

### 3.3.1.2. Dầm đỡ van

Dầm đỡ van là bộ phận nằm giữa 2 trụ pin, liên kết với trụ dạng khớp. Dầm nhận một phần lực do cửa van truyền lên (khi công trình ngăn nước) và truyền về 2 trụ. Trong trường hợp ngăn sông lớn do yêu cầu mở rộng khẩu độ nên dưới dầm van cần phải bố trí thêm hệ cọc chịu lực, lúc này dầm van đóng vai trò trung gian truyền lực xuống nền công trình thông qua hệ cọc.

Ngoài các yêu cầu về khả năng chịu lực, dầm van còn kết hợp với trụ pin, cửa van tạo thành một hệ kín có tác dụng ngăn và điều tiết nước cho công trình. Để đáp ứng với mỗi loại công trình và yêu cầu làm việc của từng loại cửa van, có thể phân chia kết cấu dầm van theo các dạng sau đây:

- + Theo hình thức cửa van: Dầm van cửa van cung, dầm van cửa Clape trực dưới, dầm van cửa van trụ xoay, dầm van cửa van phẳng, cửa van công...
- + Theo kết cấu và biện pháp thi công: Dầm van có kết cấu dạng đặc, dạng phao hộp.



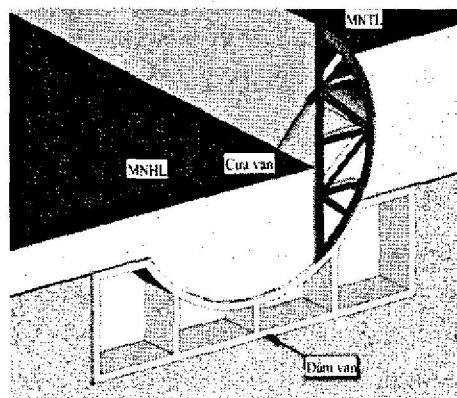
**Hình 3.6. Kết cấu dầm đỡ van cứng**



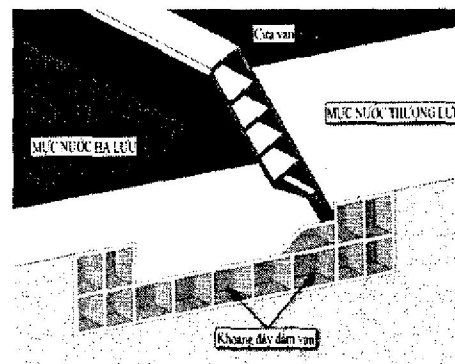
Với dầm van có kết cấu dạng đặc thông thường có khối lượng lớn, trong một số trường hợp đặc biệt có thể được thi công đúc tại chỗ ngay ở vị trí công trình. Trong trường hợp này dầm van và trụ pin kết hợp tạo thành một hệ ngàm cứng, dưới đáy của dầm van có thể được bố trí một hệ thống cọc kết hợp với cừ chống thấm tăng cường khả năng chịu lực cho công trình.

Tuy nhiên với cửa van trong các công trình ngăn sông lớn đòi hỏi khẩu độ khoang cống rộng và sâu thì quy mô và kích thước dầm van sẽ là rất lớn. Việc thi công cấu kiện này tại chỗ khá phức tạp, tốn kém, thời gian thi công kéo dài và có thể gây cản trở đến dòng chảy và giao thông thủy, do đó phương án này nên hạn chế sử dụng.

Tương tự như kết cấu trụ pin, để khắc phục những khó khăn trong việc thi công tại chỗ các nhà khoa học đã nghiên cứu và đề xuất phương án kết cấu dầm van dạng hộp phao và thi công theo kiểu lắp ghép. Đặc điểm chính của loại dầm van này là có kết cấu dạng hộp phao bê-tông cốt thép rỗng, bên trong được cấu tạo bởi các khoang nhỏ ngăn cách bằng hệ thống tường vách. Kết cấu này được thi công đúc sẵn trong một hồ móng tạm nằm cách biệt với vị trí công trình, sau đó được di chuyển đến vị trí và lắp ghép với các bộ phận khác của công trình. Để phù hợp với đặc thù làm việc của từng loại cửa van nói chung chúng tôi đưa ra một số dạng kết cấu dầm van kiểu phao hộp ứng với các loại cửa cung, cửa phẳng, cửa Clape trực dưới, cửa trụ xoay...

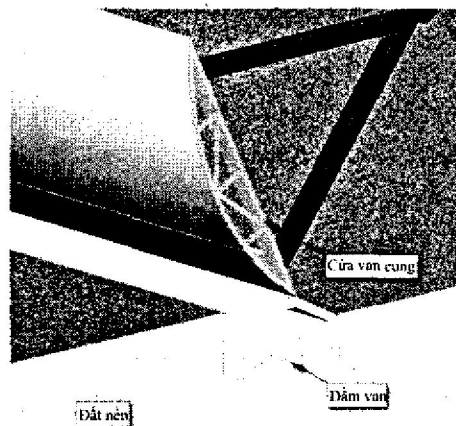


Hình 3.7. Dầm van cửa trụ xoay

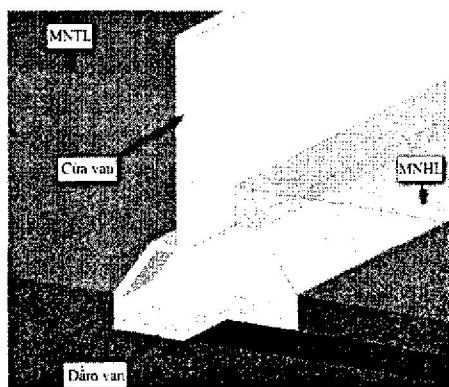


Hình 3.8. Dầm van cửa Clape trực dưới

Với kết cấu dạng hộp rỗng nhẹ và có thể di chuyển trên sông nên khi tính toán thiết kế ngoài việc ổn định về mặt kết cấu cần lưu ý đến ổn định, độ nổi, đảm bảo an toàn của hộp phao trong quá trình di chuyển trong nước. Trọng lượng bản thân cũng như kích thước bản đáy sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng nổi và tính thuận lợi của hộp phao khi di chuyển và đánh dầm.



**Hình 3.9. Dầm van cửa van cung**



**Hình 3.10. Dầm van cửa van phẳng**

Ứng dụng phương án thi công dầm van dạng phao rỗng lắp ghép trong các công trình ngăn sông lớn sẽ có những ưu điểm nổi bật như: Chủ động trong thi công, không phụ thuộc nhiều vào các điều kiện khách quan; Không gây cản trở đến dòng chảy do không phải dẫn dòng thi công; Có thể thi công được một hoặc nhiều các đơn nguyên cùng một lúc trong cùng một hố móng tạm; Giá thành thi công giảm.

### 3.3.2. Xử lý nền móng công trình

#### 3.3.2.1. Lựa chọn giải pháp

Với công nghệ đập Trụ phao (và Trụ đỡ), việc xử lý móng, gia cố móng chính là gia cố phần móng dưới đáy trụ phao. Giải pháp công nghệ xử lý móng trong trường hợp này là dùng hệ cọc.

Móng cọc là một giải pháp hợp lý cho các công trình xây dựng trên vùng đất yếu nhưng lại không thể bóc bỏ được. Ngày nay, nhờ sự phát triển của khoa học, việc ứng dụng móng cọc với rất nhiều hình

thức chùng loại cọc để xử lý nền đất yếu đã trở thành phổ biến đem lại hiệu quả kỹ thuật cao trong xây dựng công trình.

Móng cọc bao gồm 2 thành phần chính là cọc và đài cọc. Trong công trình thủy lợi, đài cọc có thể là bệ (đài) có vai trò như một bộ phận trung gian phân bố lực lên các cọc. Ngoại lực tác dụng lên công trình thông qua đài cọc được truyền xuống đất nền thông qua hệ cọc.

Đài cọc thường được chế tạo bằng BTCT, có thể đổ tại chỗ hoặc lắp ghép. Trong công trình thủy lợi, đài cọc thường đổ tại chỗ. Đài cọc là bệ trụ pin, trụ pin hay các cấu kiện khác như dầm van v.v... hoặc cũng có thể là bản đáy của công trình.

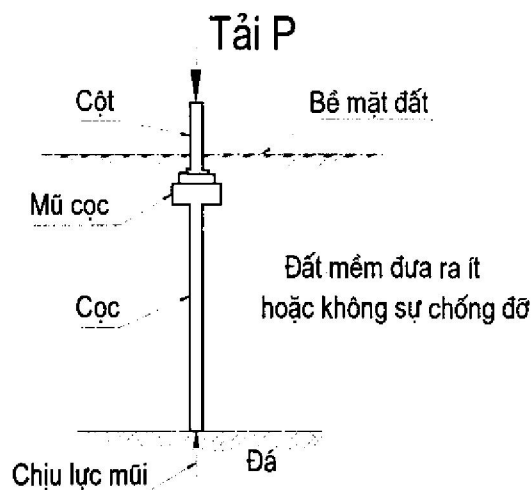
Móng cọc thông thường có thể dùng cọc tiết diện nhỏ BTCT đúc sẵn nhưng để ngăn sông lớn thì phải sử dụng các loại cọc đường kính lớn từ 60 cm trở lên như cọc BTCT dự ứng lực, cọc ống ly tâm hoặc cọc khoan nhồi. Cùng một nhịp trụ 40 m, với điều kiện bình thường như sông Hương - Huế, mỗi trụ chỉ chịu một lực khoảng 225 tấn thì móng vẫn có thể bố trí khoảng 40 cọc  $40 \times 40$  cm hoặc 8 cọc khoan nhồi D120 cm trong khi với điều kiện sông Hàm Luông hay sông Cái Lớn thì mỗi trụ phải chịu lực ngang khoảng 2220 tấn. Như vậy không thể bố trí cọc thường mà phải sử dụng cọc đường kính lớn đóng sâu vào nền mới có hiệu quả.

Thực tế hiện nay ở nước ta, cọc đóng đường kính lớn hơn 50 cm thì công dưới nước còn rất ít do thiết bị thi công các loại cọc này khá công kênh và nặng nề. Ngoài ra qua nghiên cứu chúng tôi cũng thấy rằng đối với công trình ngăn sông lớn cọc phải đóng sâu hơn 40 m nên việc nổi cọc là cần hạn chế. Các công trình này nên chỉ sử dụng cọc tổ hợp tối đa 2 đoạn. Đối với ngăn sông lớn nên sử dụng cọc khoan nhồi đường kính lớn D150 cm đến 200 cm.

### 3.3.2.2. Lựa chọn loại cọc

Cọc có thể chịu lực tác dụng trực tiếp hoặc do đài cọc truyền xuống. Cọc trong các công trình thủy lợi không chỉ chịu tải trọng thẳng đứng mà còn chịu tải trọng ngang khá lớn như trong trường hợp dưới tác dụng của động đất hay cọc làm tường chắn đất, làm móng các công trình có chịu tải trọng ngang.

Do vậy cọc phải có sức chịu tải cho cả phương thẳng đứng và phương ngang.



**Hình 3.11. Sơ đồ đóng cọc**

Cọc chịu tải trọng ngang lớn thường là cọc dài cao. Tất nhiên, đối với móng cọc dài thấp, khi tải trọng ngang quá lớn thì đất ngay sát đáy đài cọc không tiếp nhận hết tải trọng ngang, khi đó cọc trong móng cọc dài thấp cũng chịu tải trọng ngang. Trong công trình thủy lợi, tải trọng ngang thường gặp là tải trọng do áp lực nước, tải trọng do đất, tải trọng gió, tải trọng tăng giảm tốc độ xe cộ qua lại trên công trình, động đất...

Khi tính toán thiết kế sử dụng cọc cho móng của những công trình có tải trọng ngang lớn, có thể thiết kế cọc xiên để tăng khả năng chịu lực ngang. Lực ngang và mô-men tác dụng sẽ được cọc và đất tiếp nhận. Với cọc thẳng đứng, cọc tiếp nhận tải trọng bằng độ cứng chống uốn của tiết diện ngang cọc. Còn đất tiếp nhận tải trọng ngang bằng ứng suất pháp ở mặt chính diện và ứng suất tiếp ở hai mặt bên.

Khả năng chịu tải trọng ngang của móng cọc đóng tốt hơn móng cọc khoan nhồi. Trong thực tế việc thi công cọc khoan nhồi xiên rất khó khăn trong khi cọc đóng hoàn toàn có thể đóng xiên tới 1:7.

Trước đây, việc thi công móng cọc các công trình thủy lợi, giao thông gặp rất nhiều khó khăn do trang thiết bị và công nghệ xây dựng chưa được phát triển. Trong những năm gần đây, với sự tiến bộ của khoa học công nghệ, việc ứng dụng cọc có khả năng chịu lực cao như cọc BTCT, cọc khoan nhồi đã trở nên phổ biến và đem lại hiệu quả cao

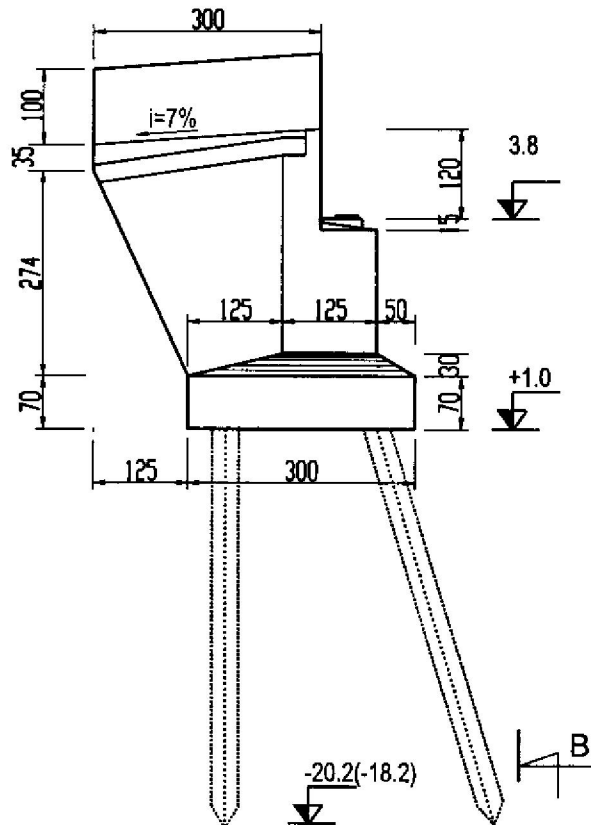


trong xây dựng. Đối với ngành thủy lợi, việc ứng dụng cọc trong xây dựng công trình đã trở thành phổ biến và ngày càng phát triển.

Cọc BTCT còn được dùng để làm móng cho kết cấu tường, trụ chắn đất chịu áp lực ngang của đất mang cống, đất sau mố cầu.

Trong một số công trình như kết cấu cầu chắn, kè. Cọc bản BTCT được đóng trực tiếp xuống nền và là kết cấu chắn đất chịu tải trọng ngang trực tiếp của đất. Một số loại cọc BTCT dự ứng lực cũng được dùng để xây dựng kết cấu chính cho công trình chịu tải trọng ngang lớn.

Việc lựa chọn loại cọc trong thiết kế móng trụ phụ thuộc vào điều kiện cụ thể của từng công trình:



**Hình 3.12. Kết cấu mố cầu sử dụng cọc xiên tăng khả năng chịu tải trọng ngang**

- Trong trường hợp mực nước thi công không quá 10 m thì có thể dùng cọc BTCT thường với tiết diện  $40 \times 40$  cm hoặc  $45 \times 45$  cm gồm nhiều đoạn nối với nhau mỗi đoạn  $10 \div 15$  m.
- Khi mực nước lớn hơn 10 m, chiều dài các đoạn cọc cần phải dài hơn do vậy nếu sử dụng cọc đóng thì nên dùng cọc ống ly tâm đường kính từ  $55 \div 60$  cm. Hiện nay cũng có thể sử dụng cọc BTCT dự ứng lực có tiết diện  $50 \times 50$  cm hoặc lớn hơn.
- Trong trường hợp mực nước thi công lớn (từ 15 m trở lên) công tác đóng cọc rất khó khăn để có thể đảm bảo độ chính xác yêu cầu. Mặt khác, khối lượng cọc lớn nên công tác đóng cọc thường mất nhiều thời gian. Để khắc phục vấn đề này, có thể lựa chọn cọc khoan nhồi cho công trình với đường kính cọc từ  $1,5 \div 2$  m phù hợp với điều kiện thi công của nước ta hiện nay. Tuy nhiên, cọc khoan nhồi đường kính lớn có đặc điểm là khó thi công xiên, cọc được đặt trên nền đất cứng hoặc đá gốc do vậy khả năng chịu tải theo 2 phương đứng và ngang không được tận dụng tối đa. Khi khả năng chịu tải trọng ngang của công trình được đảm bảo thì khả năng chịu tải trọng đứng thừa rất nhiều. Đây là vấn đề rất đáng quan tâm cho các nhà thiết kế để lựa chọn và tính toán bố trí công trình cho hợp lý.

Một số loại móng cọc có thể được áp dụng cho móng trụ của công trình ngắn sông lớn như sau:

#### ***i. Móng cọc đóng (Cọc chèn ép)***

Với các móng sâu như các công trình ngắn sông lớn, cọc đóng thường được sử dụng là cọc ống. Cọc ống có thể được khoan mở đáy hoặc không mở đáy. Khi cọc mở đáy, cần phải sử dụng nước áp lực cao để làm sạch đất trong thân cọc. Trong trường hợp không mở đáy, cọc ống được bịt đáy bằng một tấm thép. Phần lớn cọc ống sau khi đóng hạ vào trong đất sẽ được nhồi bằng bê-tông, trong một số trường hợp, để tiết kiệm giá thành, cọc ống sẽ được để rỗng bên trong và trong trường hợp này việc sử dụng phụ gia hoặc các biện pháp bảo vệ ăn mòn cọc cần được để ý tới.

Đối với loại cọc ống còn có một số loại có mũi cọc dạng cánh có thể mở ra sau khi hạ để tăng khả năng chịu lực của cọc. Trong suốt quá trình hạ cọc, mũi cọc như hình thoi để dễ dàng xuyên qua các lớp đất nhưng khi đến độ sâu thiết kế, cọc được nhắc lên một chút để mở cánh, sau đó được đóng xuống làm cho cánh đi ra xung quanh tạo thành đế.

### *ii. Móng cọc khoan nhồi (Cọc thay thế)*

Đây là dạng cọc bê-tông cốt thép được thi công tại chỗ trong lỗ khoan thường có đường kính từ 30 cm đến 320 cm và có chiều sâu từ 3 đến 120 m. Đất trong lỗ khoan được đưa lên trên tạo thành một lỗ rỗng trong đất. Thành lỗ khoan thường được bảo vệ bởi dung dịch bentonit. Cọc khoan nhồi có khả năng chịu lực tốt và đặc biệt có lợi khi thi công các công trình trong khu vực có cơ sở hạ tầng khác vì không gây chấn động như loại cọc đóng.

Trong nhiều trường hợp, móng cọc khoan nhồi cũng được mở rộng mũi để tăng khả năng chịu lực. Việc mở rộng mũi cọc trong móng cọc khoan nhồi được thực hiện bằng nhiều phương pháp như xói thùy lực, khoan phá thành đáy hoặc nổ mìn...

### **3.3.3. Tính toán kết cấu móng công trình**

Việc tính toán các thông số ổn định móng trụ tương tự như tính toán móng cọc gia cố nền của đập Xà lan liên hợp (xem mục 3.4).

### **3.3.4. Kết cấu chống thấm**

Trong các công trình ngăn sông lớn, vấn đề chống thấm cho công trình là một vấn đề khá phức tạp. Có hai phương pháp chủ yếu để giải quyết bài toán ổn định thấm cho công trình là ổn định bằng đường viền ngang và ổn định bằng đường viền đứng. Với đường viền ngang thường được áp dụng cho công nghệ công truyền thống, để đảm bảo chiều dài đường viền thấm thì bản đáy của các công truyền thống được mở rộng, kết hợp với sân, bề tiêu năng thượng và hạ lưu công trình. Với đường viền đứng có thể sử dụng hàng cọc, cừ đóng sâu dưới đáy đầm van tạo thành một bức tường chống thấm dưới đáy công trình. Trong trường hợp ứng dụng công nghệ Trụ phao, phương án chống thấm hợp lý hơn cả là chống thấm cho công trình bằng đường viền đứng. Một số công nghệ chống thấm theo dạng này có thể được áp dụng bao gồm:

### 3.3.4.1. Cọc xi-măng đất

Cọc xi-măng đất là một trong những giải pháp xử lý nền đất yếu và chống thấm có khả năng ứng dụng khá cao như: Làm tường hào chống thấm, gia cố nền, sửa chữa thấm cho đáy và mang cống, ổn định tường chắn... Hai công nghệ phổ biến trong thi công cọc xi-măng đất ngày nay là: Công nghệ trộn khô (Dry Jet Mixing) và công nghệ trộn ướt (Wet Mixing hay còn gọi là Jet-grouting), các công nghệ này được pháp triển mạnh mẽ trên thế giới đặc biệt là Nhật Bản và các nước vùng Scandinaver. Tại Việt Nam, cọc xi-măng đất cũng dần được đưa vào sử dụng rộng rãi trong các ngành xây dựng và thủy lợi.

Ưu điểm của công nghệ này là khả năng xử lý sâu (đến 50 m), thích hợp với các loại đất yếu, thi công được cả với điều kiện ngập sâu trong nước và hiện trường chật hẹp. Mặc dù vậy, việc thi công theo công nghệ này đòi hỏi độ chính xác cao, các thiết bị chuyên dụng, thời gian thi công lâu và khả năng chống lực xô ngang của cọc xi-măng đất là khá yếu.



*Hình 3.13. Chống thấm bằng cọc xi-măng đất*

### 3.3.4.2. Tường mềm chống thấm

Đây là công nghệ chống thấm mới và tiên tiến trên thế giới được áp dụng chủ yếu trong xây dựng các công trình thủy lợi và thủy điện. Tường hào được đào bằng các thiết bị chuyên dụng, có bề rộng 0,6 m, 0,8 m, 1,0 m, 1,2 m... chiều sâu đào xuống đất có thể tới 50 m, sau đó



được đổ dung dịch xi-măng - bentonite theo cấp phối thiết kế tạo thành màng chống thấm cho công trình.

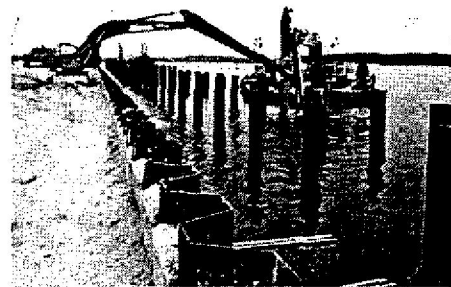
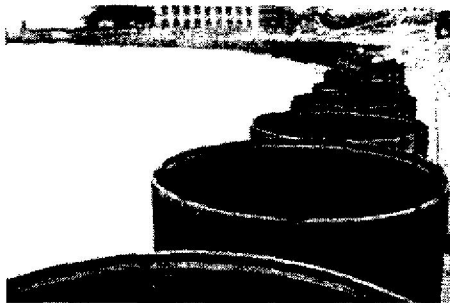
Với tường hào, việc đảm bảo tính năng chống thấm là khá cao, giá thành thi công thấp và đảm bảo được tiến độ thi công cho công trình. Tuy nhiên việc thi công theo công nghệ này đòi hỏi các thiết bị thi công chuyên dụng, điều kiện thi công rộng rãi và khi thi công trong nước thì việc giữ vách bằng bentonite cũng gặp những khó khăn nhất định.

#### 3.3.4.3. Tường cứng Barrete

Đây là loại tường bê-tông cốt thép cứng vừa có tác dụng chống thấm, vừa có tác dụng tham gia chịu lực cùng với hệ móng công trình. Bề rộng tường thường từ 0,6 ÷ 1,2 m; chiều sâu tường thay đổi để đáp ứng được yêu cầu thiết kế. Sau khi được đào bằng các thiết bị chuyên dụng, hạ lồng thép và đổ bê-tông tạo thành một bức tường chôn sâu trong lòng đất, chiều sâu tường có thể lên đến trên 50 m. Tuy nhiên loại tường cứng này cũng thường được áp dụng cho các công trình thi công trên khô như: cầu vượt, các tầng hầm trong các khu nhà chung cư cao ốc...

#### 3.3.4.4. Cọc ván thép

Ngày nay, cọc ván thép được sử dụng khá rộng rãi trong các ngành xây dựng, giao thông, thủy lợi, phổ biến như cừ bản thép, cừ ống thép, cừ nhựa...



*Hình 3.14. Cọc ván thép dạng ống*    *Hình 3.15. Cọc ván thép dạng bản*

Các loại cọc ván thép này có đặc điểm là cấu tạo đơn giản, dễ sản xuất, phổ biến trên thị trường và thi công đơn giản. Ngoài ra đây còn là

cấu kiện có mô-đun chống uốn lớn, liên kết của các thanh cừ này là móc với nhau bằng các me ngược chiều rất kín khít, tiết diện của cừ mỏng nên cừ thép có nhiều ưu điểm khi làm vòng vây kín nước để thi công các công trình trong nước, dưới mực nước ngầm hay dùng làm tường chắn đất nơi có mặt bằng thi công chật hẹp. Tuy nhiên nhược điểm chính của loại cọc cừ này là phụ thuộc vào điều kiện khách quan, đặc biệt là môi trường làm việc. Với các công trình nằm trong vùng nước mặn, phèn thì loại cọc ván thép này dễ bị rỉ, ăn mòn nên tuổi thọ không cao.

#### **3.3.4.5. Cọc BTCT dự ứng lực**

Cừ dự ứng lực có mô-đun chống uốn khá lớn, có khả năng chịu môi trường chua mặn nên có thể dùng làm tường chắn đất. Nguyên lý liên kết của cấu kiện này là ép tiếp xúc với nhau. Trong trường hợp chống thấm thì cừ này còn có gioăng cao su dán ở vị trí 2 thanh cừ tiếp xúc nhau. Đây là cấu kiện xây dựng do nước ngoài nghiên cứu và đã chuyển giao cho một số đơn vị sản xuất trong nước. Việc thi công loại này thường phải có thiết bị chuyên dụng, dùng máy bơm xói áp lực cao để phá đất đưa kết cấu đi xuống có khi kết hợp với búa rung, cừ phải được kẹp 2 tầng gông giữa các thanh dẫn hướng ngang và hệ bánh xe tỳ ép các thanh cừ vào nhau. Thực tế cho thấy khi hạ cừ xuống sâu, các thanh cừ bị lệch, không tiếp xúc với nhau nên giảm khả năng chống thấm, hơn nữa không thể kiểm soát được độ hở giữa các cây cừ.

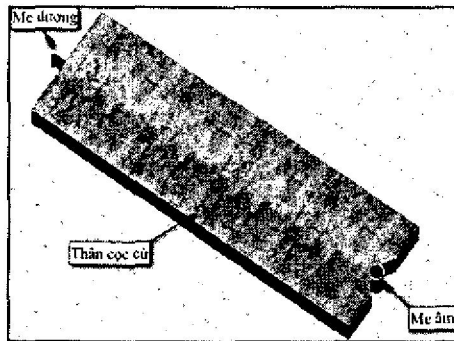
#### **3.3.4.6. Cừ chống thấm bê-tông cốt thép**

Cừ chống thấm bê-tông cốt thép thường có cấu tạo gồm 2 bộ phận chính là thân cừ và me cừ. Thân cừ được làm từ vật liệu bê-tông cốt thép, me cừ có tác dụng chính là liên kết các cọc cừ với nhau tạo thành tường chịu lực và đảm bảo chống thấm cho công trình. Me cừ ván được làm bằng vật liệu thép thường hoặc thép không rỉ và được liên kết với cốt thép chịu lực của thân cừ. Me có hai loại kết cấu chủ yếu là liên kết theo kiểu kẹp móc chữ T và ngàm móc vòng xuyên. Cừ chống thấm dạng BTCT thường có những ưu điểm nổi bật sau đây:

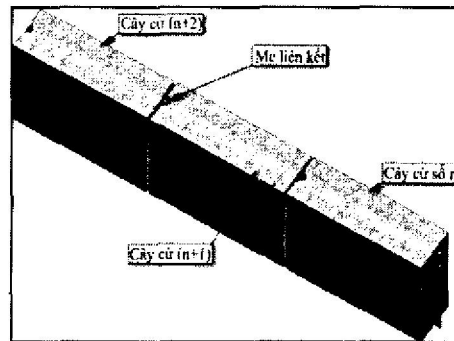
- + Đảm bảo khả năng kín khít giữa các thanh cừ;

- + Dễ chế tạo, thi công đơn giản, thích ứng với nhiều môi trường thi công;
- + Tăng tuổi thọ cấu kiện, giá thành rẻ, độ chính xác trong thi công cao.

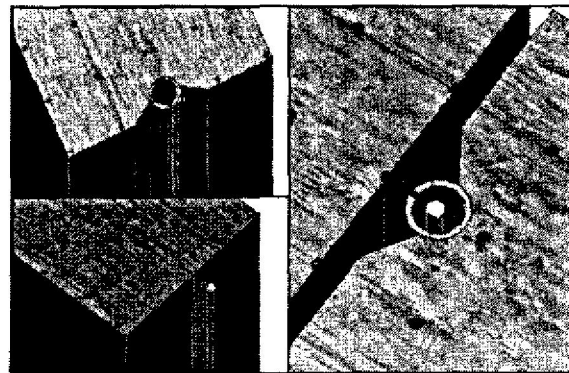
Sau khi thi công lắp ghép các thanh cừ lại với nhau sẽ tạo thành một bức tường chống thấm đảm bảo độ kín nước cho công trình, ngoài ra hàng cừ này còn tham gia chịu một phần lực từ công trình truyền xuống thông qua dầm van. Kích thước của thanh cừ phụ thuộc vào quy mô, tính chất và yêu cầu chống thấm của từng công trình, mỗi đơn nguyên cừ có chiều dài từ 10 ÷ 15 m và có thể nối nhiều đơn nguyên lại với nhau. Biện pháp thi công loại cừ này tương đối dễ dàng, có thể dùng búa rung hoặc búa đóng kết hợp với bộ phận sản đạo hướng cừ. Cừ được đóng lần lượt xen kẽ theo phương pháp đóng đuôi từ cây đầu hàng đến cây cừ cuối cùng của hàng cừ.



Hình 3.16. Cừ BTCT thường



Hình 3.17. Liên kết hàng cừ



Hình 3.18. Chi tiết me cừ

### ***Phân tích, đánh giá***

Với các công trình ngắn sông có khẩu độ lớn và chênh cột nước cao, việc thi công bản đáy rộng gặp rất nhiều khó khăn, khối lượng bê-tông công trình lớn và khá nặng nề. Với các biện pháp thi công dạng cọc, cừ thẳng đứng cũng đều có những ưu điểm và khó khăn nhất định như: độ bền trong môi trường nước, thiết bị thi công, khả năng kín nước, điều kiện và chất lượng thi công... Để khắc phục những vấn đề trên, nên dùng hàng cọc cừ bê-tông cốt thép thường chống thấm dưới đáy dầm van là đường viền thấm đứng cho công nghệ đập Trụ đỡ.

### **3.3.5. Thảm đệm gia cố trụ và dầm van**

Thảm đệm ổn định trụ và dầm van là bộ phận gia cường trước và sau dầm van, tác dụng của bộ phận này là làm tăng độ ổn định, tăng ma sát cho trụ và dầm van. Ngoài ra, bộ phận này còn có tác dụng như một lớp phân áp gia cố chống xói thượng và hạ lưu công trình. Thông thường với các công trình nhỏ, chênh cột nước không lớn thì thảm đệm có thể được sử dụng là rọ đá hoặc thảm đá. Tuy nhiên với các công trình có khả năng yêu cầu khẩu độ rộng, chênh cột nước lớn thì thảm đá có thể được thay bằng thảm bê-tông như: lớp bê-tông vữa dâng hoặc bê-tông đá hộc đổ trong nước. Ngoài ra, thảm đệm còn có thể là các tấm bê-tông cốt thép đúc sẵn được cầu và lắp ghép trong nước tại vị trí công trình.

### **3.3.6. Kết cấu Âu thuyền**

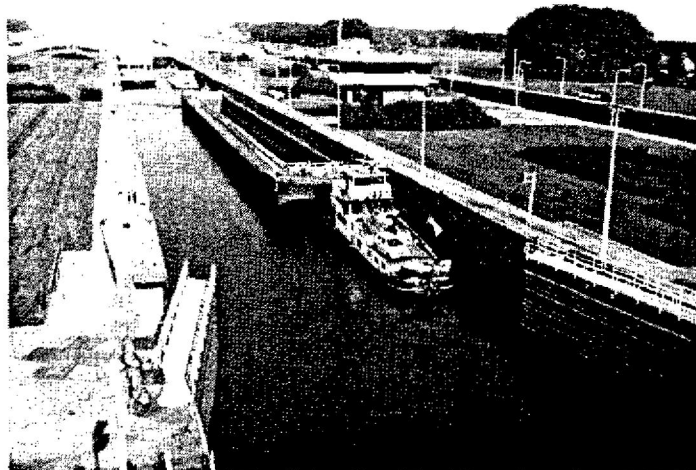
Cùng với sự nghiên cứu phát triển công nghệ ngắn sông, các giải pháp đảm bảo an toàn, thuận tiện cho giao thông thủy khi xây dựng các đập cũng phải được nghiên cứu đồng bộ, kết cấu và biện pháp thi công phải phù hợp với kết cấu công trình chính đề xuất.

Sông Hồng, sông Hàn, sông Sài Gòn, sông Đồng Nai... là những con sông có mật độ tàu bè qua lại rất lớn, nhiều tàu có tải trọng hàng chục ngàn tấn. Vì vậy, khi xây dựng công trình ngắn các con sông như vậy thì âu thuyền phải có quy mô lớn, thời gian vận hành âu thuyền phải nhanh và đảm bảo an toàn khi tàu bè ra vào âu.

Để thiết kế âu thuyền cho những công trình ngắn sông lớn, trước hết phải xác định được mật độ tàu bè qua lại khu vực xây dựng công



trình, tải trọng của các loại tàu bè đó xét đến sự phát triển giao thông thủy trong tương lai và xác định luồng lạch trên sông để bố trí âu thuyền hợp lý. Lựa chọn hình thức kết cấu âu thuyền cũng là một vấn đề cần được chú ý nhất là vấn đề về cấp nước buồng âu, hình thức của âu và vấn đề xâm nhập mặn qua vận hành âu thuyền. Một đặc điểm rất quan trọng của âu thuyền xây dựng ở các vùng chịu ảnh hưởng của thủy triều là mực nước phía hạ lưu dao động lên xuống. Do đó, về mặt kết cấu công trình, âu thuyền vùng ven biển sẽ có những điểm khác nhất định so với kết cấu âu thuyền trên sông trung du và miền núi.



*Hình 3.19. Âu thuyền ngăn sông lớn*

Trong phần này, ngoài các nguyên tắc chung khi thiết kế âu thuyền, quy trình, quy phạm thiết kế, chúng tôi chỉ trình bày những vấn đề chính mang tính giới thiệu về kết cấu và lựa chọn loại kết cấu cho âu thuyền vùng ảnh hưởng triều và vùng đồng bằng.

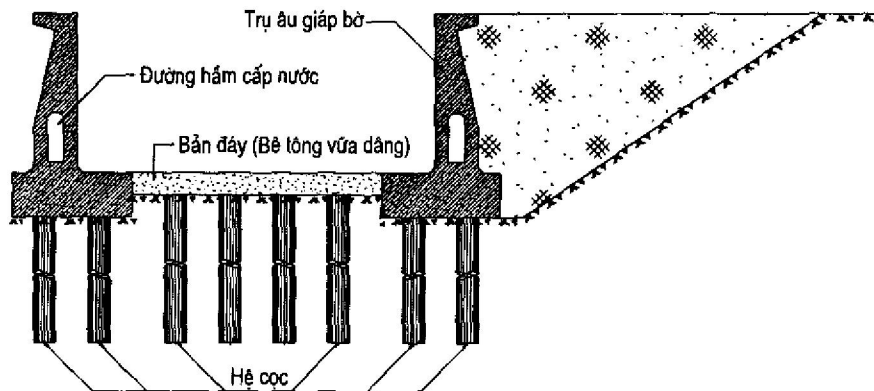
#### **3.3.6.1. Buồng âu thuyền**

Đây là một khoang chuyển tiếp giữa hạ lưu và thượng lưu công trình, chiều rộng và chiều dài buồng âu đủ để chứa một hay nhiều tàu thuyền. Mực nước trong khoang này có thể thay đổi lên xuống để ngang bằng với mực nước hạ lưu hoặc thượng lưu. Kích thước buồng âu

thuyền được tính toán, xác định dựa trên số liệu thống kê, quy hoạch của con sông có công trình ngăn nước như đập, công xem xét đến giao thông thủy trong tương lai. Kết cấu buồng âu thuyền có thể là một khoang tường thẳng đứng bằng BTCT hoặc là một đoạn sông giả có hai bờ bằng BTCT hoặc bằng đá xây. Mặt cắt ngang buồng âu có thể là hình chữ nhật, hình thang hoặc kết hợp cả hình chữ nhật và hình thang.

Loại mặt cắt chữ nhật thường được sử dụng, nhất là trong trường hợp cột nước cao. Loại này có ưu điểm là lợi dụng được toàn bộ chiều rộng của buồng âu để đậu thuyền, do vậy tiết kiệm được lượng nước tiêu hao mỗi lần tháo qua âu.

Loại mặt cắt hình thang dùng khi cột nước thấp, loại này có kết cấu đơn giản. Tuy nhiên thuyền chỉ đậu được trong phạm vi bằng chiều rộng đáy buồng âu, để đảm bảo khi mực nước trong buồng âu hạ thấp, đáy thuyền không chạm vào bờ dốc buồng âu. Vì vậy, lượng nước mỗi lần tháo qua âu sẽ tốn hơn. Buồng âu dạng mặt cắt hình thang, hệ số mái dốc thường chọn  $m = 1,5 \div 2,0$ . Ở mái nghiêng dùng đá lát khan hoặc đá xây bảo vệ, còn ở đáy thường dùng đá xếp.



**Hình 3.20. Tường âu thuyền dạng công xôn**

Loại kết cấu kết hợp bao gồm phần ở đáy theo mặt cắt chữ nhật, có dạng tường chắn đất ở hai bên, phía trên là mái dốc theo mặt cắt hình thang. Loại này tiết kiệm được một phần tường chắn đất và khắc phục được một phần nhược điểm mặt cắt hình thang. Loại này được sử dụng trong trường hợp có cột nước vừa và nhỏ.

Buồng âu kiểu tường và đáy liền khối có thể dùng cho các âu thuyền có cột nước cao ( $H \geq 8 + 10$  m). Loại này có ưu điểm là lực truyền xuống nền phân bố tương đối đều, do vậy được sử dụng khi địa chất nền tương đối xấu. Tường bên của âu chỉ cần thỏa mãn yêu cầu chịu lực, không xét đến vấn đề ổn định, do đó kích thước tường có thể giảm bớt. Bản đáy đúc liền tường phải khá dày để thỏa mãn yêu cầu chịu lực, vì vậy thường ít dùng khi âu có chiều rộng  $Ba > 20$  m.

Buồng âu có bản đáy đặc kiểu dầm công-xôn. Một nhánh bản đáy được bờ đôi bởi khớp nối theo trục dọc của buồng âu, do đó một nửa buồng âu là một tường có đáy là công-xôn dài bằng một nửa chiều rộng của buồng. Tại khe hở khớp nối của bản đáy có đặt thiết bị chống thấm. Do bản đáy của buồng bị khớp nối dọc bờ đôi mà các phần của buồng có khả năng lún tự do (không phụ thuộc lẫn nhau), điều đó cho phép giảm chiều dày của bản đáy theo dọc trục âu thuyền. Loại này kết cấu đòi hỏi không được có ứng suất kéo trong nền dưới công-xôn khi buồng âu đầy nước cũng như khi không có nước. Mô-men uốn tại ngàm là lớn nhất, do đó bản đáy có kích thước thay đổi và lớn dần về sát tường bên. Loại này thường dùng khi địa chất nền xấu, tiết kiệm vật liệu và khi âu có chiều rộng  $Ba \geq 20$  m.

Nhìn chung, địa chất nền công trình ở khu vực đồng bằng ven biển thường mềm yếu, do vậy để xây dựng âu thuyền trên các sông rộng và sâu, móng âu thuyền thường được xử lý bằng cọc BTCT. Kết cấu âu thuyền thường bằng BTCT đổ liền khối. Mặt cắt buồng âu thuyền trong trường hợp cột nước cao tốt nhất là dạng chữ nhật. Loại này có ưu điểm là lợi dụng được toàn bộ chiều rộng của buồng âu để đậu tàu thuyền, do vậy tiết kiệm được lượng nước tiêu hao mỗi lần tháo qua âu. Chiều rộng âu thuyền từ 20 đến 35 m tùy thuộc vào vị trí xây dựng công trình nằm trên tuyến giao thông thủy nào, yêu cầu lưu lượng tàu thuyền, tải trọng, độ sâu môn nước và tính không thông thuyền. Mỗi vị trí xây dựng công trình có thể làm một hoặc hai âu tàu tùy thuộc mật độ qua lại của tàu thuyền.

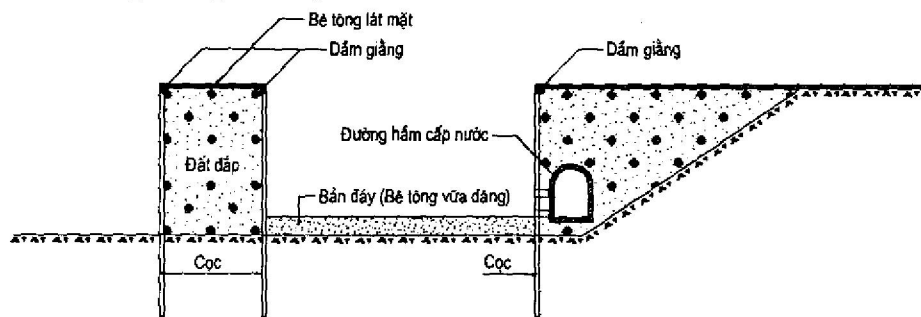
Đối với phương án kết cấu đập Trụ đỡ và đập sử dụng kết cấu trụ phao, thân âu thuyền có thể bố trí theo hai dạng chính:

- i. Kết cấu âu thuyền kiểu thi công tại chỗ trong khung vây hẹp, tường âu thuyền thiết kế theo kiểu công-xôn (Hình 3.20). Dưới trụ âu là tường chống thấm và hệ cọc chịu lực. Do chiều rộng ngang



tường không lớn nên có thể sử dụng kết cấu khung vây cọc thép để thi công. Dưới ngưỡng cửa vào và cửa ra cũng sử dụng kết cấu tường chống thấm. Khác với các âu thuyền nhỏ với lượng nước cấp cho buồng âu không đáng kể nên có thể bố trí hệ thống cấp nước ngay trên cửa van ngăn buồng âu. Ở các cửa sông chính này âu thuyền lớn nên cần phải bố trí hệ thống cấp nước dạng phân tán để tránh hiện tượng xáo trộn nước buồng âu có thể gây mất an toàn trong vận hành. Vì vậy, trong trụ âu bố trí các đường hầm cấp nước và hành lang kiểm tra. Chân trụ âu bố trí các cửa xả - cấp nước buồng âu. Lòng âu thi công bằng cách đổ bê-tông trong nước.

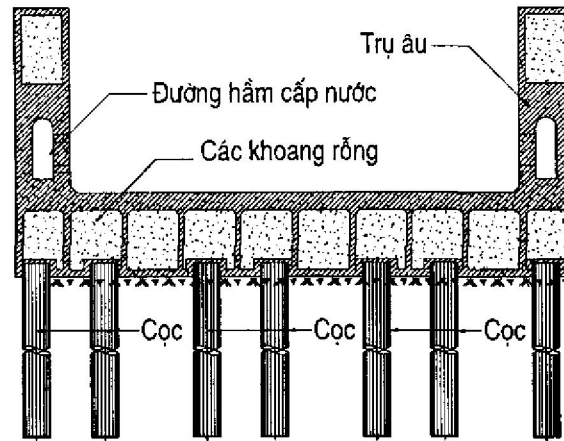
- ii. Âu thuyền xây dựng bằng cọc cừ bản BTCT có me thép không rỉ đóng thành hai hàng giữa là đất. Đối với âu thuyền ngăn sông lớn, tường âu ở đây có thể không chỉ là một kết cấu bê-tông cốt thép mà còn có thể mở rộng ra để tạo cảnh quan cho công trình. Giữa 2 tường âu có thể là vườn hoa, thảm cỏ. Chống thấm nước từ thượng hạ lưu công trình vào trong âu thuyền là đường viền đứng. Tường âu giáp đất bố trí đường hầm và hành lang kiểm tra. Lòng âu đổ bê-tông trong nước hoặc thi công khô sau khi ngăn hai đầu bằng tường cừ thép.



**Hình 3.21. Âu thuyền xây dựng bằng cọc cừ bản BTCT**

- iii. Âu thuyền được thi công kiểu hộp phao từ nơi khác kéo đến đánh chìm vào vị trí xây dựng. Mặt cắt ngang kiểu chữ nhật, tường âu có bố trí các hầm dẫn nước và kiểm tra, hệ thống cửa xả - cấp nước buồng âu bố trí ở đáy âu thuyền. Sau khi đánh chìm âu vào vị trí thì đổ bê-tông trong nước và phụt bê-tông để liên kết công trình với nền móng.





**Hình 3.22. Cắt ngang âu thuyền kiểu hộp phao**

### 3.3.6.2. Phần cửa vào, cửa ra buồng âu

Nối tiếp đầu và cuối của thân âu thuyền là phần cửa vào và cửa ra, trên đó có cửa ngăn nước và cho phép tàu thuyền đi vào hoặc đi ra khỏi buồng âu. Cửa ngăn nước của âu thuyền có thể là dạng cửa van trượt đứng một hoặc hai cánh cửa, cửa van phẳng v.v... Ở một số công trình có âu thuyền nhỏ trên cửa ngăn nước còn được bố trí thiết bị cấp nước cho buồng âu thuyền.

Sông lớn là những đường vận tải thủy chính, nhiều tàu vận tải lớn qua lại, do vậy nếu trường hợp công trình có kết hợp cầu giao thông và chiều cao thông thuyền nhỏ thì có thể trên phần cửa vào, cửa ra có bố trí thêm cầu để trong mọi trường hợp thông âu thì giao thông đường bộ không bị đình trệ. Khi thuyền vào âu thì giao thông bộ chuyển về đường cửa đối diện và khi thuyền ra khỏi âu thì ngược lại.

### 3.3.6.3. Bộ phận cấp nước buồng âu

Để nâng hạ mực nước trong buồng âu sau khi đóng cửa ngăn nước hai đầu âu thuyền, một hệ thống cấp nước được lắp đặt để đưa nước vào trong buồng âu hoặc tháo nước ra. Có nhiều hình thức dẫn tháo nước, hệ thống này nhằm mục đích dẫn nước vào buồng âu hoặc tháo nước về hạ lưu làm cho mực nước trong buồng âu ngang bằng với mực nước thượng lưu hoặc hạ lưu.

Khi thiết kế các hệ thống dẫn tháo nước cho các âu thuyền cần phải thỏa mãn các điều kiện sau đây:

- Lấy nước từ thượng lưu vào để đưa thuyền qua âu một cách tiết kiệm nhất;
- Thời gian làm đầy và tháo cạn buồng âu là ít nhất với mọi khả năng có thể;
- Phải đảm bảo trạng thái thủy lực ở trong buồng âu ổn định khi thuyền đi thuyền trong thời gian qua âu (không bị va chạm và đi động mạnh), cơ động được trong buồng âu và trong kênh dẫn.

Hệ thống dẫn tháo nước gồm hai loại chủ yếu: dẫn tháo tập trung và dẫn tháo phân tán. Loại tập trung như dẫn nước qua lỗ cửa chính, vòng quanh đầu âu hoặc ngưỡng đáy âu. Loại phân tán nước được dẫn phân tán dọc theo tường âu hoặc đáy buồng âu.

Ngoài ra, để tạo nên trạng thái thủy lực trong buồng âu được ổn định hơn trong thời gian làm đầy buồng âu, người ta đưa ra các sơ đồ cấp nước khác như cho nước chảy theo những đường hầm dẫn nước đặt trong các tường dọc và hệ thống đường hầm phụ thoát nước ngang và nước từ đường hầm đó qua các cửa hay các lưới chảy vào buồng âu.

#### **3.3.6.4. Bộ phận hướng thuyền hoặc khoang chờ**

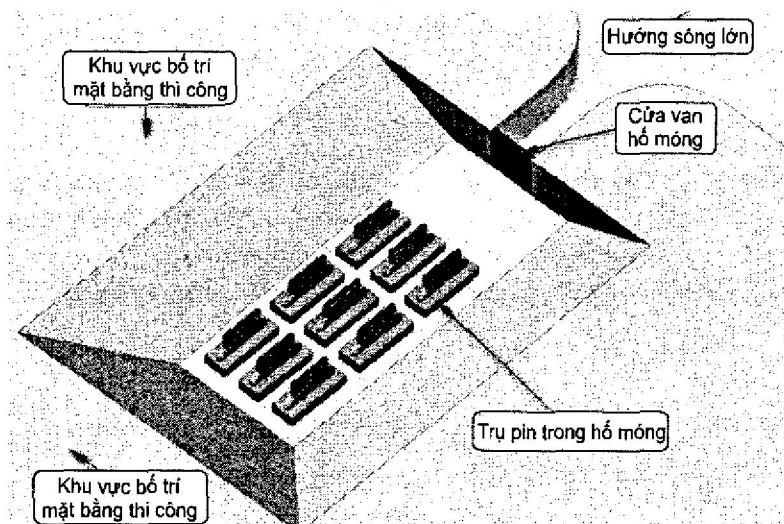
Đối với những âu thuyền cho những công trình xây dựng trên sông có lưu lượng tàu thuyền nhỏ thì bộ phận hướng thuyền có thể không cần xây dựng. Song đối với những công trình ở những khu vực có mật độ tàu thuyền lớn thì đây là một bộ phận rất cần thiết để đảm bảo cho tàu bè qua lại công trình an toàn. Một số công trình trên thế giới, tường hướng tàu có thể dài tới 1 km.

#### **3.3.7. Thi công đập Trụ phao**

Kết cấu trụ, dầm van được thiết kế dạng hộp phao nhằm mục đích thi công theo kiểu lắp ghép. Lợi dụng sức đẩy nổi của kết cấu trong nước để vận chuyển kết cấu nặng hàng chục ngàn tấn từ nơi chế tạo ra khu vực thi công công trình.

### 3.3.7.1. Chế tạo trụ pin, dầm van

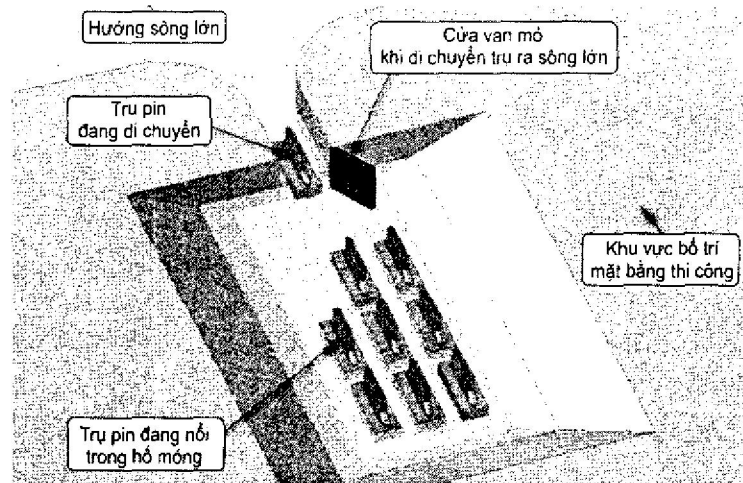
Trụ, dầm van được chế tạo trong bãi đúc biệt lập với vị trí công trình. Bãi đúc được thiết kế dạng âu tàu, có cửa van điều tiết nước, trong hố móng có bố trí hệ thống cấp và thoát nước sử dụng trong trường hợp cần thiết. Kích thước bãi đúc các cấu kiện chính này phải đủ rộng để có thể thi công đồng thời một hoặc nhiều các đơn nguyên trụ, dầm van cùng một lúc. Nền móng của bãi đúc phải đảm bảo không lún, được gia cố bằng BTCT. Sau mỗi loại đúc cấu kiện, bãi đúc được xả nước vào để làm nổi và di chuyển các cấu kiện này ra sông lớn đến vị trí xây dựng công trình hoặc bãi tập kết.



Hình 3.23. Thi công trụ pin trong hố móng tạm

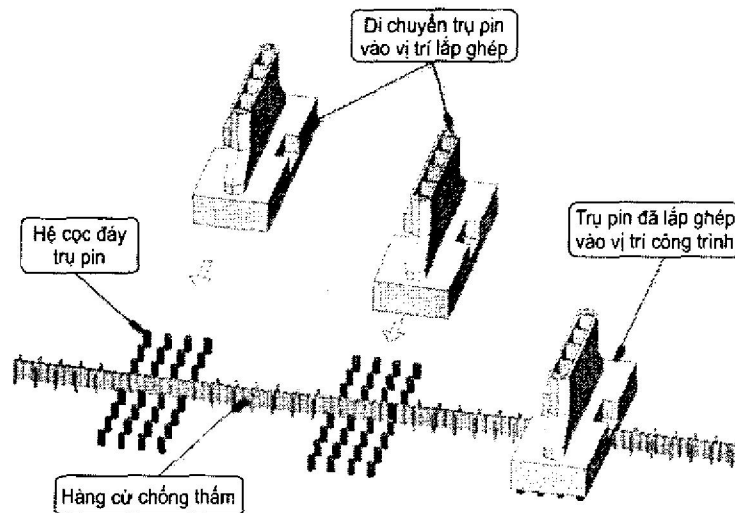
### 3.3.7.2. Lắp đặt trụ tại vị trí xây dựng

Các cấu kiện trụ sau khi được chế tạo và tập kết vào vị trí đã định, sử dụng một tàu vận chuyển chuyên dụng thi công trụ kết hợp với tàu kéo hỗ trợ và di chuyển từng trụ một ra vị trí công trình. Khi trụ được di chuyển đến vị trí công trình, tàu vận chuyển kẹp hỗ trợ trụ được neo giữ vào hệ thống cọc định vị đã được lắp đặt trước đó. Toàn bộ hệ thống này được tạo thành một khối liên kết vững chắc đảm bảo vào cho việc đánh chìm trụ ngay cả trong điều kiện có sóng do thủy triều. Hệ cọc định vị đồng thời cũng là cọc dẫn hướng khi hạ thủy.



**Hình 3.24. Di chuyển trụ ra khỏi hố móng tạm**

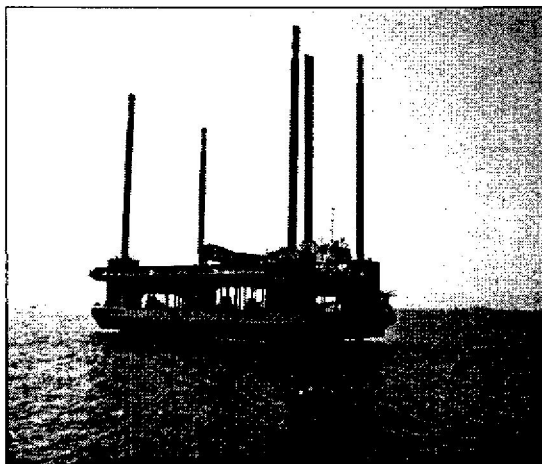
Trụ pin được đánh chìm trượt xuống đáy theo hệ cọc dẫn hướng kết hợp với các thiết bị hỗ trợ căn chỉnh đặt trên hệ phao. Trong suốt quá trình này thì thợ lặn cùng với hệ thống máy móc sẽ làm việc liên tục để căn chỉnh và hạ thủy đưa trụ vào chính xác vị trí công trình.



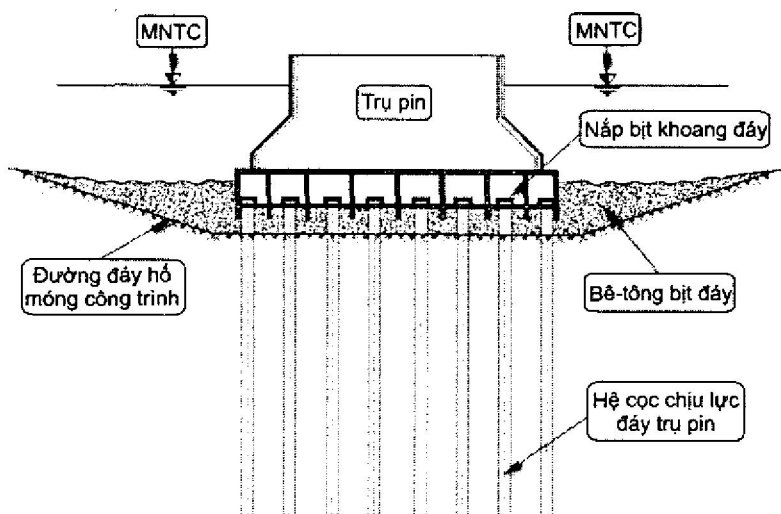
**Hình 3.25. Lắp ghép trụ tại vị trí công trình**

Sau khi đánh chìm trụ vào đúng vị trí xây dựng thì triển khai thi công lớp kết cấu liên kết giữa trụ và hệ thống cọc chịu lực phía dưới nền.





*Hình 3.26. Định vị đánh chìm trụ pin*



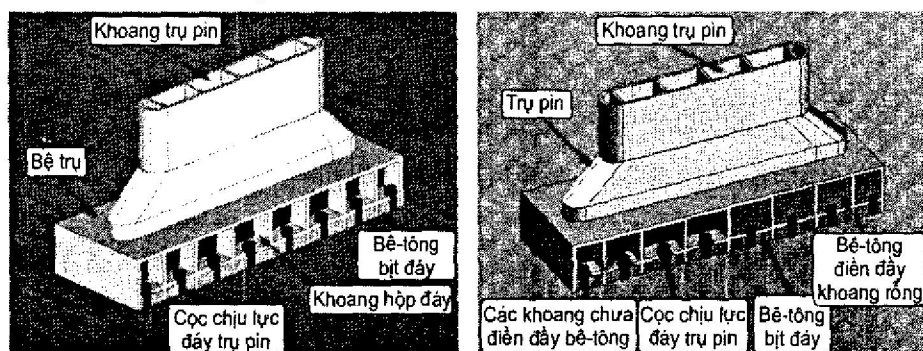
*Hình 3.27. Thi công bê-tông tạo bịt đáy*

Tiếp tục lắp dựng thép trong các khoang hãm của bộ trụ và đổ bê-tông tạo liên kết giữa các đầu cọc và đáy trụ, quá trình này thi công trong điều kiện khô ráo.

Tùy theo từng trường hợp cụ thể, trọng lượng trụ được thiết kế để đảm bảo trụ tự nổi hoặc phải nâng đỡ bằng tàu vận chuyển. Với trường hợp trụ tự nổi, sau khi đánh chìm để thi công liên kết móng, khi hút

nước ra khỏi thân trụ thì áp lực đẩy nổi khá lớn, lúc này trụ pin được giữ ổn định bằng cách chắt các mức tải trọng đủ lớn lên bề mặt để hoàn toàn giữ trụ an toàn khi hút hết nước trong trụ pin. Các đầu cọc sẽ được đục và tạo liên kết thép với bê tông tạo thành một khối vững chắc.

Sau khi thi công liên kết trụ với móng cọc, để tăng ổn định trong quá trình làm việc của trụ, các khoang rỗng bên trong trụ pin được làm đầy bằng cách đổ bê-tông tạo thành một khối đặc hoặc có thể đổ vật liệu rời rạc vào trong thân trụ.



**Hình 3.28. Liên kết giữa bản đáy trụ và hệ cọc**

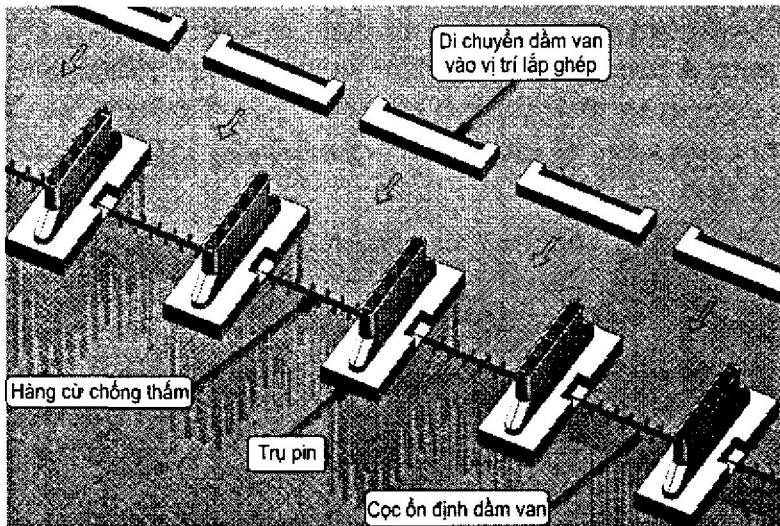
### 3.3.7.3. Thi công lắp ghép dầm van

Cũng giống như với cấu kiện trụ pin, dầm đỡ van sau khi được chế tạo trong bãi đúc sẽ được tàu vận chuyển đến vị trí lắp đặt dầm. Dầm đỡ van được đưa vào vị trí lắp bằng cần cẩu chuyên dụng hoặc hệ thống tời đặt sẵn trên trụ pin đã thi công trước đó. Sau khi định vị theo phương đứng, dầm đỡ van sẽ được đánh chìm vào vị trí nhờ vào hệ thống dầm định vị lắp đặt trên các trụ pin.

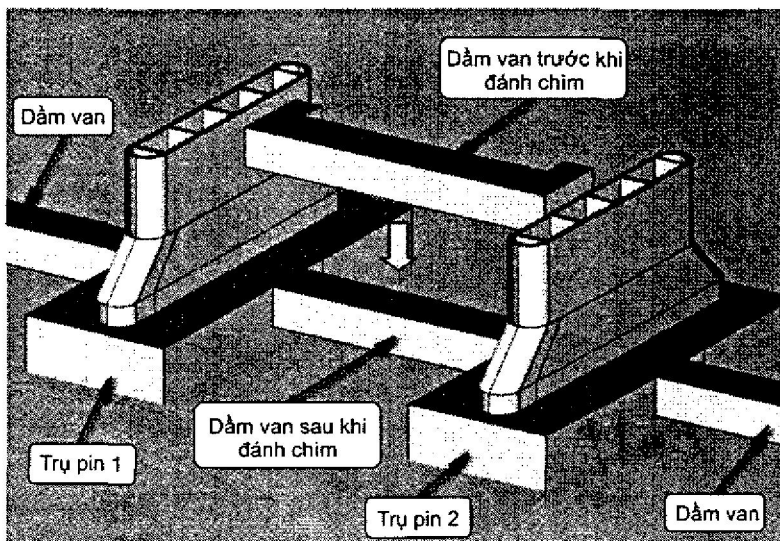
Kết cấu kín nước, kết cấu liên kết với cửa van và một số các chi tiết khác được lắp đặt vào dầm van ngay khi thi công trong hồ móng tạm. Việc định vị và đánh chìm dầm van phải đảm bảo sự chính xác và an toàn như khi thi công trụ pin. Các vị trí tiếp giáp giữa dầm van và trụ pin hai bên có liên kết dạng khớp và thi công ngay trong nước.

Đáy dầm van khi hạ chìm sẽ bao trùm lên hệ thống cọc và cừ chống thấm. Việc tạo liên kết giữa các cấu kiện này cũng sẽ được tiến hành, khi đó dầm van sẽ kết hợp với hàng cừ chống thấm dưới đáy tạo

thành một đường viền đứng đảm bảo khả năng ổn định thắm cho công trình. Để đảm bảo ổn định về mặt kết cấu chịu lực cũng như khả năng làm việc, các khoang rỗng bên trong dầm van cũng sẽ được điền đầy bằng bê-tông sau khi lắp đặt hoặc các vật liệu rời rạc khác.



*Hình 3.29. Di chuyển dầm van phao vào vị trí lắp ghép*



*Hình 3.30. Lắp đặt dầm van tại vị trí công trình*



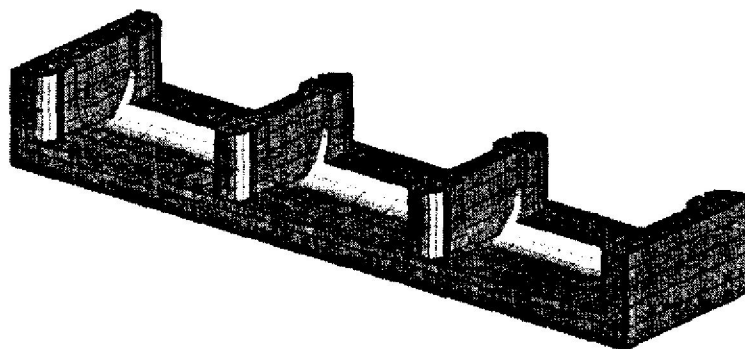
## 3.4. CÔNG NGHỆ ĐẬP XÀ LAN LIÊN HỢP

### 3.4.1. Kết cấu

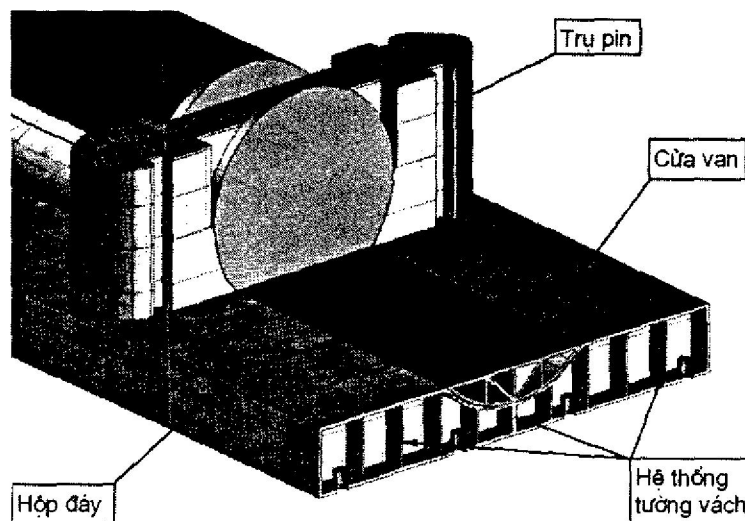
#### 3.4.1.1. Nguyên lý kết cấu

Như đã phân tích ở trên việc thi công các công trình ngăn sông lớn theo phương án lắp ghép các cấu kiện trong nước sẽ có tính khả thi và mang lại hiệu quả kinh tế cao hơn các phương án thi công tại chỗ khác.

Công nghệ đập Xà lan liên hợp đã được phát triển theo tư duy và nguyên lý đó.



*Hình 3.31. Mô hình tổng thể một đơn nguyên xà lan*



*Hình 3.32. Mô hình cấu tạo xà lan*



Tuy nhiên, điểm khác biệt của kết cấu xà lan trong trường hợp này so với công nghệ xà lan đã được ứng dụng rộng rãi trước đó là phải bổ sung gia cố nền móng dưới đáy xà lan bởi hệ cọc chịu lực. Vì bản thân trọng lượng và chiều dài (đọc theo dòng chảy) của xà lan không thể đủ để đảm bảo ổn định lật, trượt và lún cho công trình. Về mặt tổng thể, xà lan ngăn sông lớn gồm có hộp đáy và các trụ pin bằng bê-tông cốt thép có kết cấu tường bản sườn tạo thành hộp phao rỗng, bên trong hộp đáy và hộp trụ pin được chia thành các khoang nhỏ bởi hệ thống tường, vách ngăn có chiều dày đảm bảo khả năng chịu lực. Xà lan có thể nổi, di chuyển được trên mặt nước và được hạ chìm bằng cách bơm nước vào trong các khoang làm cho trọng lượng của xà lan tăng lên thắng lực đẩy nổi acsimet và xà lan sẽ chìm xuống đặt lên nền đã được chuẩn bị sẵn. Do chiều dài tuyến công trình thường khá lớn, nên xà lan được chia thành nhiều đơn nguyên (Mô-đun) xà lan nhỏ, chúng được lắp ghép và liên kết lại với nhau. Việc này giúp cho quá trình thi công, di chuyển và đánh chìm xà lan thuận lợi hơn, đồng thời tạo ra những khớp nối mềm giữa các đơn nguyên để triệt tiêu ứng suất sinh ra do chênh lệch lún.

#### **3.4.1.2. Nguyên tắc tính toán**

##### ***i. Ổn định lún***

Giảm nhỏ ứng suất đáy móng công trình bằng việc mở rộng bản đáy kết hợp hệ thống cọc và lớp gia cố nền đồng thời bố trí kết cấu công trình hợp lý.

##### ***ii. Ổn định trượt, lật***

Kết hợp lực ma sát giữa đáy công trình với nền và sức chịu tải của các kết cấu gia cố nền (cọc, lớp lót).

##### ***iii. Ổn định thấm***

Chống thấm bằng đường viền ngang dưới đáy công trình.

##### ***iv. Ổn định xói***

Mở rộng khẩu độ thoát để giảm nhẹ mức độ gia cố lòng dẫn thượng hạ lưu công trình với kết cấu.

### 3.4.2. Tính toán xác định một số thông số cơ bản

#### 3.4.2.1. Xác định một số thông số kết cấu

##### *i. Chiều dài (theo phương dòng chảy) của xà lan (L)*

Chiều dài dọc theo phương dòng chảy của xà lan được xác định theo các điều kiện sau:

- Đảm bảo ổn định chống thấm;
- Đảm bảo ổn định tổng thể trượt, lật;
- Đảm bảo ổn định nổi của xà lan trong nước;
- Điều kiện bố trí cửa van và thiết bị.

Tuy nhiên, ban đầu có thể xác định sơ bộ chiều dài (L) của xà lan bằng phương pháp Len theo điều kiện chống thấm với mép biên hạ lưu của đập Xà lan không bị xói:

$$\frac{n_c k_n}{m} J_{ra} \leq [J] \quad (3-1)$$

$$J_{ra} = \frac{H}{L_{tt}} \quad (3-2)$$

Trong đó:

$n_c$  - hệ số tổ hợp tải trọng;

$k_n$  - hệ số đảm bảo được xét theo quy mô, nhiệm vụ của công trình;

$m$  - hệ số điều kiện làm việc, đối với đập Xà lan, nên chọn  $m = 0,7 \div 0,9$ ;

$J_{ra}$  - gradien thấm tại cửa ra mép biên hạ lưu của đập Xà lan;

$H$  - cột nước thấm (chênh lệch cột nước thượng hạ lưu đập);

$L_{tt}$  - chiều dài đường viền thấm tính toán:

$$L_{tt} = L$$

[J] - gradien thấm cho phép ở cửa ra, phụ thuộc vào cấp công trình và loại đất nền. Trong tính toán sơ bộ có thể tham khảo theo bảng 3.1.

**Bảng 3.1. Gradient cho phép [J] với một số loại đất nền**

TT	Cấp công trình			
	I	II	III	IV ÷ V
Á sét	0,2	0,22	0,24	0,26
Sét chặt	0,4	0,44	0,48	0,52

Thay (3-2) vào (3-1) ta có:

$$L \geq \frac{n_c k_n H}{m [J]} \quad (3-3)$$

### ii. Chiều rộng (B) của xà lan

Chiều rộng B được xác định dựa trên hai quan điểm:

- Theo quan điểm về sự làm việc: Chiều rộng B quyết định đến số lượng đơn nguyên xà lan trong một công trình từ đó ảnh hưởng đến giá thành xây dựng công trình.
- Theo quan điểm về thủy lực: Dựa trên những nghiên cứu về đập dạng phao và thùng chìm trên thế giới thấy rằng tỷ lệ giữa chiều dài và chiều rộng của xà lan ( $L/B$ ) = 1/4 ÷ 1/3 là có lợi nhất về mặt thủy lực trong quá trình di chuyển, định vị và đánh đắm.

Như vậy: Có thể xác định sơ bộ chiều rộng B theo tỷ số:

$$B = (3 \div 4)L$$

### iii. Chiều cao hộp đáy ( $H_d$ ) của xà lan

Để sơ bộ xác định  $H_d$  có thể căn cứ vào các điều kiện sau:

- Điều kiện về bố trí kết cấu:

Chiều cao hộp đáy xà lan ( $H_d$ ) được lấy bằng chiều rộng trụ pin lớn nhất:

$$H_d = \max(B_{tg}, B_{tb}) \quad (3-4)$$

- Điều kiện về bố trí cửa van:

Một số loại cửa van vẫn sử dụng một phần không gian của hộp đáy trong quá trình mở cửa nhằm vẫn đảm bảo cao trình ngưỡng cống mà không phải đưa đáy xà lan xuống quá sâu. Khi đó chiều cao hộp đáy

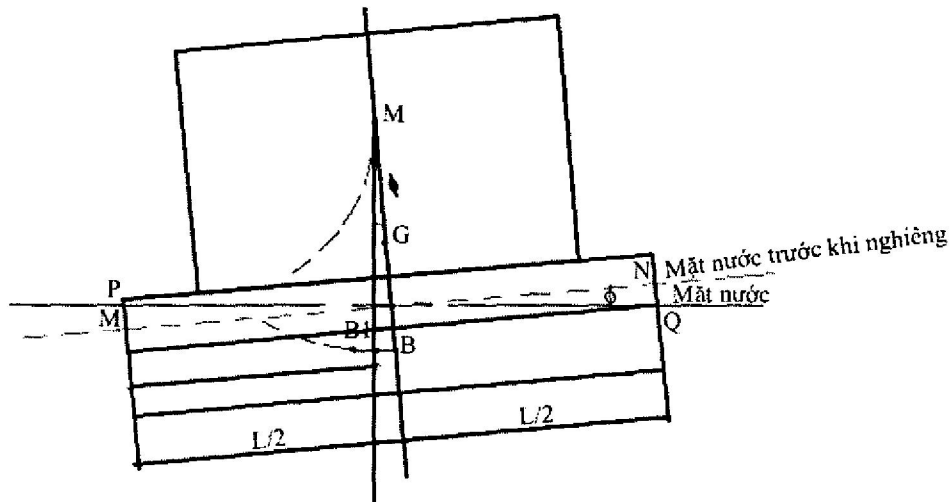
( $H_d$ ) cần phải thỏa mãn vừa bố trí được cửa van nhưng đồng thời vẫn phải đảm bảo khả năng chịu lực.

### 3.4.2.2. Kiểm tra ổn định nổi của xà lan

#### i. Điều kiện đảm bảo cho xà lan nổi trong nước

Yêu cầu khi thiết kế xà lan là nó phải nổi được ở trong nước với độ nổi thiết kế. Một đơn nguyên xà lan đang nổi trên mặt nước chịu tác động đồng thời của hai lực ngược chiều nhau, trọng lượng bản thân xà lan và các thiết bị đặt trên đó theo phương hướng xuống và lực nổi acsimet theo hướng ngược lại.

Điều kiện nổi của xà lan trong nước là lực đẩy nổi có giá trị tuyệt đối bằng trọng lượng đập Xà lan và thiết bị, tâm nổi (điểm B, Hình 3.33) của phần chìm đập Xà lan và trọng tâm (G) cùng nằm trên đường thẳng vuông góc với mặt thoáng.



Hình 3.33. Diễn biến tâm nổi và tâm ổn định khi nghiêng

Một đơn nguyên xà lan, sau khi sơ bộ xác định các thông số và kích thước sẽ tính được trọng lượng bản thân và khối lượng các thiết bị dự kiến đặt trên xà lan khi làm nổi.

Điều kiện nổi của xà lan:

$$\sum G = B h_n L \quad (3-5)$$



$$\Rightarrow h_n = \frac{\sum G}{BL}$$

Trong đó:

$h_n$  - chiều sâu món nước (độ ngập) của xà lan;

$\sum G$  - trọng lượng của toàn bộ xà lan và các thiết bị ở trên nó.

+ Nếu  $h_n < H_d$ : Xà lan chỉ ngập một phần hộp đáy  $\Rightarrow$  đơn nguyên xà lan đảm bảo điều kiện nổi.

+ Nếu  $h_n > H_d$ : Xà lan không đảm bảo điều kiện nổi  $\Rightarrow$  cần tăng  $H_d$  và bố trí lại kết cấu xà lan để đảm bảo điều kiện  $h_n < H_d$ .

Để đảm bảo an toàn trong quá trình di chuyển xà lan, nên chọn  $h_n/H_d = 0,90 \div 0,95$ .

### ii. Điều kiện ổn định nổi của xà lan trong nước

Để đảm bảo đơn nguyên xà lan không bị lật ngay khi nổi thì nó phải đảm bảo ổn định ở trạng thái tĩnh. Điều này phụ thuộc vào vị trí tương đối của trọng tâm và tâm nổi tức là phụ thuộc vào kết cấu của xà lan.

Điều kiện đảm bảo cho xà lan khi nổi ổn định trên mặt nước là tâm nổi của phần chìm và trọng tâm của đập Xà lan nằm trên cùng đường thẳng vuông góc mặt thoáng.

Để đập Xà lan nổi đều trên mặt thoáng thì kết cấu đập Xà lan phải thỏa mãn phương trình sau:

$$\sum_{i=1}^n g_i x_i = 0 \quad (3-6)$$

$$\sum_{i=1}^n g_i y_i = 0 \quad (3-7)$$

Trong đó:

$g_i$  - trọng lượng của kết cấu thứ  $i$ , hoặc tải trọng thứ  $i$ ;

$x_i, y_i$  - khoảng cách từ trọng tâm kết cấu thứ  $i$  hoặc tải trọng thứ  $i$  đến trục OX, OY.

Khi xà lan thỏa mãn điều kiện (3-6), (3-7) thì tọa độ trọng tâm  $X_G = 0, Y_G = 0, Z = Z_G$ .

G - trọng tâm của đập Xà lan.

$$Z_G = \frac{\sum_{i=1}^n g_i Z_i}{\sum_{i=1}^n g_i} \quad (3-8)$$

Tâm nổi B: của phần chìm đập Xà lan là trọng tâm của phần chìm đập Xà lan, đối với đập Xà lan đối xứng thì tọa độ tâm nổi là:

$$X_B = 0; Y_B = 0; Z_B = h_n/2 \quad (3-9)$$

Tâm ổn định M: được xác định trong trường hợp đập Xà lan bị nghiêng với góc hết sức nhỏ, là điểm cắt giữa hướng tác động của lực nổi và trục đối xứng của đập Xà lan.

Bán kính tâm ổn định: là khoảng cách giữa tâm nổi B và tâm ổn định M. Khi xà lan nghiêng với góc nghiêng nhỏ thì tâm nổi di chuyển theo cung gần như cung tròn với bán kính MB còn tâm là M. Khi đập Xà lan nghiêng với góc nghiêng lớn điều trên không còn đúng nữa. Tâm B lúc đó dịch chuyển theo quỹ đạo giả elip, còn M luôn nằm trên đường cong ngược với đường cong quỹ đạo của tâm B.

Khi xà lan nghiêng góc  $\phi$  nhỏ thì  $\tan\phi \sim \phi$ :

$$Y_B = \frac{0,5L(h_n - 0,5\phi)L + \frac{L}{3} \frac{L^2\phi}{2}}{h_n L}$$

$$BB_1 = \frac{L}{2} - \frac{0,5L(h_n - 0,5\phi)L + \frac{L}{3} \frac{L^2\phi}{2}}{h_n L} = \frac{1}{12} \frac{L^2\phi}{h_n}$$

$$M_B = \frac{BB_1}{\phi} = \frac{1}{12} \frac{L^2}{h_n}$$

$$Z_M = Z_B + M_B = \frac{1}{12} \frac{L^2}{h_n} + \frac{h_n}{2} \quad (3-10)$$

Công thức (3-10) xác định chiều cao tâm ổn định khi  $h_n < H_d$ .

Việc tính toán chính xác áp suất đáy móng vẫn còn là bài toán phức tạp vì quy luật phân bố áp suất đáy móng chịu ảnh hưởng của rất nhiều yếu tố như hình dạng, kích thước và độ cứng của móng, độ sâu chôn móng, giá trị và quy luật phân bố của tải trọng tác dụng lên móng, tính chất đất nền v.v... Tuy nhiên, khi thiết kế đập Xà lan không nên để áp suất đáy móng tồn tại dạng biểu đồ tam giác và biểu đồ âm. Khi thiết kế cần điều chỉnh tổng tải trọng công trình về hướng tâm móng để áp suất đáy móng phân bố càng đều càng tốt.

$$\text{Nền đập Xà lan đặt trên đất yếu cần không chế } \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_{\min}} < 2.$$

### ***i. Các phương án gia cố nền***

Gia cố đất nền phục vụ công trình ngăn sông lớn có thể được sử dụng một trong các phương pháp sau:

1. Gia cố đất nền trực tiếp hay đồng thời (Improved-site foundation);
2. Phương pháp phân bố tải trọng (Gravity-based foundation);
3. Gia cố bằng cọc (Pinned foundation).

Về hình thức, các phương pháp gia cố nền như sau:

- Phương pháp gia cố đất nền trực tiếp bao gồm các loại sau: Đào bỏ, xói hút, đắp bù;
- Phương pháp phân bố tải trọng gồm những phương pháp phân tải trọng kết cấu phần trên bằng hệ thùng chìm trên diện rộng nhằm giảm ứng suất nền, đảm bảo khả năng chịu lực của đất nền;
- Phương pháp gia cố nền bằng cọc phân bố tải trọng lên đầu cọc, tải trọng này được truyền xuống đất nền dưới sâu. Như vậy phương pháp này hầu như truyền toàn bộ tải trọng công trình lên hệ cọc phía dưới.

Nền mỗi công trình ngăn sông nói chung sẽ thích hợp với phương pháp gia cố nhất định. Chẳng hạn với đập Xà lan di động dạng hộp thuộc Tiểu Dự án Ô môn Xà no do Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam thiết kế (2006), điều dùng phương pháp xử lý nền là phương pháp phân bố tải trọng, nghĩa là mở rộng bản đáy để đất đảm bảo chịu lực. Còn các

cống dạng đập Trụ đỡ thuộc dự án này cũng do Viện thiết kế đều gia cố nền bằng hệ cọc bê-tông cốt thép. Tuy nhiên, gia cố đất nền có thể được kết hợp từ các loại trên. Chẳng hạn việc kết hợp mở rộng bản đáy và gia cố cọc đóng hoặc khoan nhồi, đảm bảo khả năng chịu lực của công trình.

Phương pháp gia cố trực tiếp đào bỏ, xói hút đất nền yếu và thay thế bằng vật liệu thích hợp. Phương pháp này có nhược điểm là quá trình đào và đắp sẽ ảnh hưởng lớn tới môi trường xung quanh và bị phụ thuộc vào vật liệu đắp địa phương.

Trong thực tế có thể kết hợp hai hay nhiều phương pháp để đạt được hiệu quả cao nhất.

### ***ii. Phương pháp gia cố nền trực tiếp***

Theo phương pháp gia cố này có 3 tiêu chuẩn cần được thỏa mãn:

- Tiêu chuẩn cường độ;
- Tiêu chuẩn biến dạng;
- Điều kiện thoát nước.

Tuy nhiên, đối với nền đập Xà lan luôn nằm dưới mực nước, nền luôn bão hòa nước, do đó khái niệm thoát nước ở đây không mang nhiều ý nghĩa. Trong thiết kế nền đập Xà lan, các phương pháp nhằm để đạt được điều kiện này thường không được đề xuất.

Về mặt kết cấu, phương pháp gia cố này ít phức tạp nhất vì thực tế kết cấu không liên kết cứng với nền. Phương pháp này có khối lượng đào đắp lớn, phụ thuộc rất lớn vào vật liệu thay thế. Vật liệu thay thế phải đảm bảo những yêu cầu của nền sau khi gia cố; cấp phối, khả năng chịu lực, giảm độ lún. Tại đồng bằng sông Cửu Long, đất nền thường là sét dẻo mềm, dẻo chảy, do đó phương pháp gia cố này chỉ có thể sử dụng biện pháp thay thế đất nền, vật liệu thay thế như đất đắp là khan hiếm, do đó phương pháp gia cố này cũng ít khi được sử dụng.

### ***iii. Gia cố bằng cọc***

Với nền đất sét yếu và cột nước sâu thường sử dụng phương pháp gia cố bằng cọc. Móng cọc huy động sức kháng của mũi cọc và thân cọc để tham gia chịu lực đứng, lực ngang và tải trọng động. Có thể dùng cọc BTCT, cọc BTCT dự ứng lực, cọc ống thép v.v...



Diễn biến ổn định:

$$- \text{ Nếu: } \begin{cases} Z_G < Z_B \\ \text{hoặc } Z_M > Z_G > Z_B \end{cases} \quad (3-11)$$

thì xà lan ở trạng thái ổn định bền. Khi làm nổi nếu đập Xà lan nghiêng góc  $\phi$ , tâm nổi di chuyển từ B đến  $B_1$ , lực nổi W đi qua tâm nổi  $B_1$  và hướng lên, trọng lượng xà lan đi qua G và hướng xuống, hai lực này song song ngược chiều nhau và có giá trị tuyệt đối bằng nhau, tạo ra mô-men phục hồi ( $M_{ph}$ ) đưa xà lan về lại vị trí cân bằng.

$$M_{ph} = \Sigma G \times GM \times \sin\phi = \Sigma G \times GM \times \phi \quad (3-12)$$

GM - khoảng cách từ trọng tâm đến tâm ổn định.

Trong quy định thiết kế tàu thủy GM tối thiểu phải lớn hơn 0 cho tàu vận tải,  $GM > 0,05$  m hoặc  $0,003B$  cho tàu đánh cá. Đối với đập Xà lan cũng vậy.

- Nếu  $Z_B < Z_M < Z_G$  đập Xà lan ở trạng thái ổn định không bền.

Dựa vào hệ phương trình trên ta kiểm toán được điều kiện ổn định của xà lan khi nổi. Nếu thỏa mãn điều kiện (3-11) thì các thông số của xà lan như đã chọn là hợp lý, còn nếu không thỏa mãn thì cần phải thay đổi hoặc bố trí lại kết cấu xà lan để đảm bảo điều kiện (3-11).

### 3.4.3. Tính toán kiểm tra ổn định công trình

Đập Xà lan có kết cấu mỏng, phân bố không gian, liên kết sàn, tường và vách. Về quan điểm tính toán ổn định kết cấu cần tính toán theo các trạng thái giới hạn. Nét đặc thù của phương pháp tính theo trạng thái giới hạn là việc sử dụng một nhóm các hệ số an toàn mang đặc trưng thống kê: hệ số tổ hợp tải trọng  $n_c$ , hệ số điều kiện làm việc  $m$ , hệ số tin cậy  $K_n$ , hệ số lệch tải  $n$ , hệ số an toàn về vật liệu  $K_{VL}$ . Nhóm các hệ số này thay thế cho một hệ số an toàn chung K.

Việc đánh giá sự xuất hiện các trạng thái giới hạn được thực hiện bằng cách so sánh các trị số tính toán của ứng lực, ứng suất, biến dạng, chuyển vị, sự mở rộng khe nứt... Các trị số này được quy định trong các quy phạm.

Điều kiện đảm bảo ổn định hay độ bền của công trình là:

$$n_c N_{tt} \leq mR/K_n \quad (3-13)$$

Trong đó:

$N_{tt}$  - trị số tính toán của tải trọng tổng hợp;

R - trị số tính toán của sức chịu tổng hợp của công trình hay nền;

Các hệ số khác như đã giải thích ở trên.

### 3.4.3.1. Ổn định thắm của công trình

Khi công trình làm việc, sẽ tạo ra sự chênh lệch mực nước giữa thượng và hạ lưu. Nước sẽ di động qua các kẽ rỗng trong đất nền và hai bên vai công trình tạo thành dòng thắm.

Việc giải bài toán thắm đối với công trình ứng dụng đập Xà lan có thể được tính toán theo một trong hai phương pháp thông thường là: phương pháp cơ học chất lỏng gần đúng và phương pháp tỷ lệ đường thẳng. Hoặc sử dụng phương pháp số với 2 phương pháp chính là phương pháp sai phân và phương pháp phần tử hữu hạn (PTHH).

Với sự hỗ trợ của máy tính điện tử, phương pháp phần tử hữu hạn đã trở thành thông dụng và là một công cụ mạnh để giải các loại bài toán thắm khác nhau: có áp và không áp, ổn định và không ổn định, phẳng và không gian... Một trong số phần mềm mạnh và được ứng dụng nhiều trong thiết kế là phần mềm SEEP/W của hãng GEO-Slope (Canada).

### 3.4.3.2. Tính toán ứng suất nền

Để xét ổn định về cường độ và biến dạng của khối đất dưới tác dụng của trọng lượng bản thân và công trình, trước hết cần biết trạng thái ứng suất sinh ra trong đất nền. Có ba loại ứng suất cần xét đến:

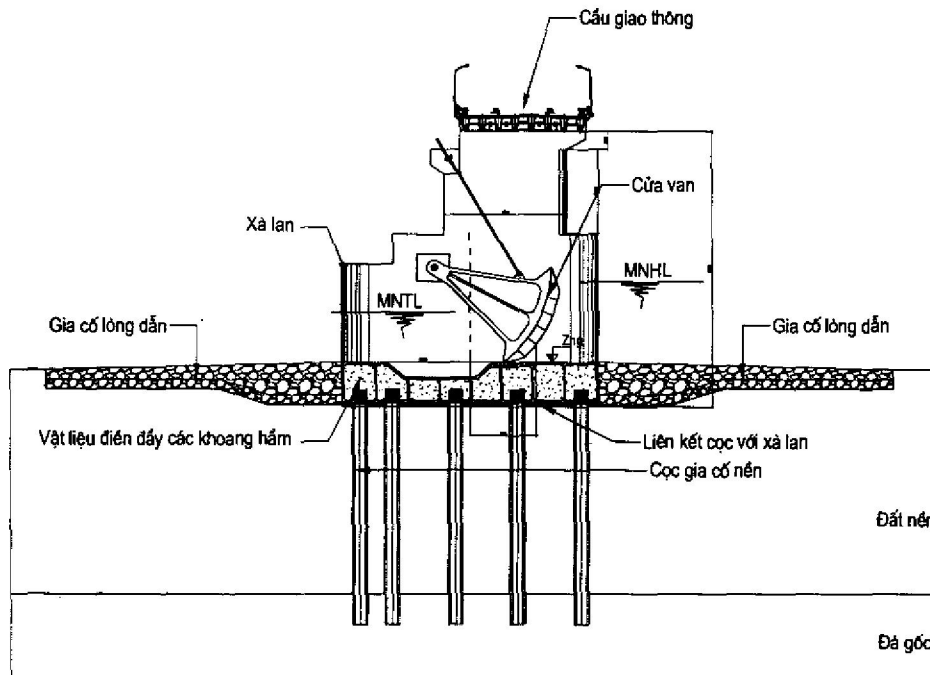
- + Ứng suất do trọng lượng bản thân khối đất sinh ra.
- + Ứng suất đáy móng do trọng lượng công trình truyền xuống.
- + Ứng suất tăng thêm do áp suất đáy móng gây ra.

Có nhiều phương pháp để xác định trạng thái ứng suất trong khối đất, tuy nhiên có thể sử dụng một trong hai phương pháp thường dùng là phương pháp lý thuyết đàn hồi và phương pháp phần tử hữu hạn. Lưu ý rằng đất là môi trường rời rạc, phân tán không liên tục cho nên khi dùng lý thuyết đàn hồi để tính toán ứng suất cần phải đưa vào một số giả thuyết hợp lý sát với thực tế.

### 3.4.3.3. Ổn định móng cọc

Về phương pháp tính toán thường coi toàn bộ tải trọng công trình truyền xuống móng cọc. Đối với công trình ngăn sông lớn có chênh lệch áp lực nước lớn, cột nước sâu, tải trọng ngang lên công trình rất lớn, do đó trong tính toán móng cọc thường kiểm toán theo khả năng chịu tải ngang là chính. Móng cọc đề xuất là móng cọc khoan nhồi. Đập Xà lan được di chuyển đến vị trí hố móng, hạ chìm và căn chỉnh để móng cọc vào vị trí thiết kế. Sau đó bơm bê-tông liên kết đầu cọc với bản đáy móng đập Xà lan.

Kiểm tra ổn định móng công trình: giả thiết cơ bản là toàn bộ tải trọng lên đáy móng đều truyền lên nhóm cọc. Vì vậy, kiểm tra ổn định công trình chính là kiểm tra ổn định móng cọc.



**Hình 3.34. Đập Xà lan trên hệ cọc khoan nhồi**

Điều kiện kiểm tra:

(1) Trạng thái giới hạn thứ nhất:

- Nội lực lớn nhất trong cọc đơn:  $N_{\max} < Q_{ult}/F_s$ .

- Mô-men lớn nhất trong cọc đơn:  $M_{\max} < [M_{gh}]$ .
- Lực cắt lớn nhất trong cọc đơn:  $Q_{\max} < [Q]$ .

Trong đó:

- $Q_{ult}$  - sức chịu tải giới hạn của trụ xi-măng đất;
- $[M_{gh}]$  - mô-men giới hạn của trụ xi-măng đất;
- $F_s$  - hệ số an toàn.

(2) Trạng thái giới hạn thứ hai: về biến dạng và chuyển vị:

- Độ lún của móng cọc:  $S < [S]$ .
- Chuyển vị của khối móng:  $\Delta y < [\Delta y]$ .

Trong đó:

- $S$  - độ lún của của đất dưới mũi cọc.
- $[S]$  - độ lún cho phép của móng cọc
- $\Delta y$  - chuyển vị ngang của cọc đơn.
- $[\Delta y]$  - chuyển vị ngang cho phép của cọc đơn, theo tiêu chuẩn thường lấy bằng 1 cm.

### ***i. Khả năng chịu tải trọng đứng của cọc***

Theo QPXD 26:65, sức chịu tải theo vật liệu được xác định như sau:

$$Q_v = m(A_p R_n + A_s R_a) \quad (3-14)$$

Trong đó:

- $m$  - hệ số điều kiện làm việc của cọc;
- $A_p$  - diện tích mặt cắt ngang thân cọc;
- $R_n$  - cường độ chịu nén của bê-tông;
- $A_s$  - diện tích của thép dọc trong cọc;
- $R_a$  - cường độ chịu nén của thép.

Sau khi đã sơ bộ xác định số lượng cọc thì tiến hành bố trí cọc trong móng. Cọc được bố trí trong bệ tốt nhất là làm sao cho nội lực trong các cọc xấp xỉ nhau. Tuy nhiên lúc đó việc tính toán trở nên rất phức tạp và thi công khó khăn. Để đảm bảo yêu cầu thi công phải đảm bảo khoảng cách tối thiểu giữa hai trục cọc cạnh nhau. Theo các Quy phạm về móng cọc, cần đảm bảo điều kiện:



$$1,5d \leq a_{\min} \leq 3d$$

Trong đó:

$a_{\min}$  - khoảng cách tối thiểu giữa hai trục cọc gần nhau nhất;

$d$  - đường kính hay bề rộng cạnh cọc.

**ii. Tính toán móng cọc chịu tải ngang**

Dùng phương pháp xấp xỉ phân lực nền, trong đó mô-đun phản lực nền đặc trưng cho phân lực và chuyển vị của đất quanh cọc  $k_h$ , được xác định theo công thức:

$$k_h = \frac{p}{y} \tag{3-15}$$

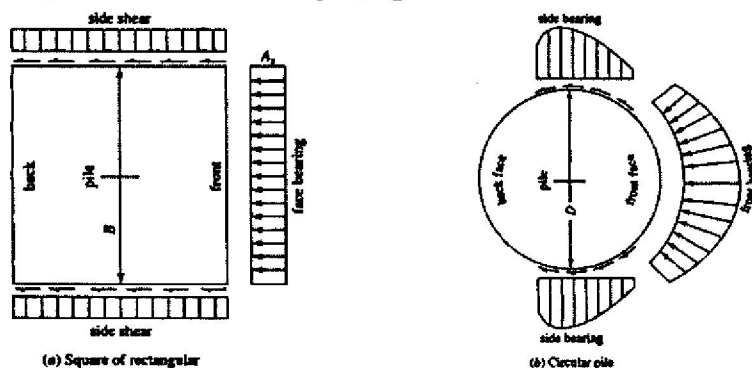
Trong đó:

$p$  - phân lực của đất nền lên đơn vị chiều dài của cọc dọc theo chiều dài cọc;

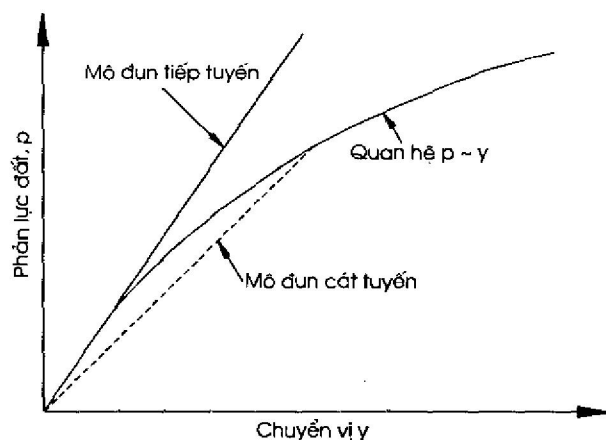
$y$  - chuyển vị tương ứng tại điểm đó.

Trong trường hợp phân lực của đất nhỏ hơn một nửa của phân lực cực hạn của đất, quan hệ  $p \sim y$  có thể hiển thị đầy đủ bằng mô-đun cát tuyến. Độ dốc của đường thẳng là hệ số phân lực ngang của nền lên cọc  $k_h$ , với trường hợp phân lực của đất đang xét giá trị mô-đun sẽ là hàm số của biến dạng.

Có thể xác định mô-đun phân lực ngang của nền theo các phương pháp của Terzaghi (1955), Theo Reese và Matlock (1956), Bowles (1997) hoặc theo tiêu chuẩn xây dựng TCXDVN 285-1998.



**Hình 3.35. Sức kháng trước và bên của cọc chịu lực ngang (Bowles, 1997)**



**Hình 3.36. Quan hệ giữa phản lực và chuyển vị của đất xung quanh cọc**

### iii. Ảnh hưởng của nhóm cọc

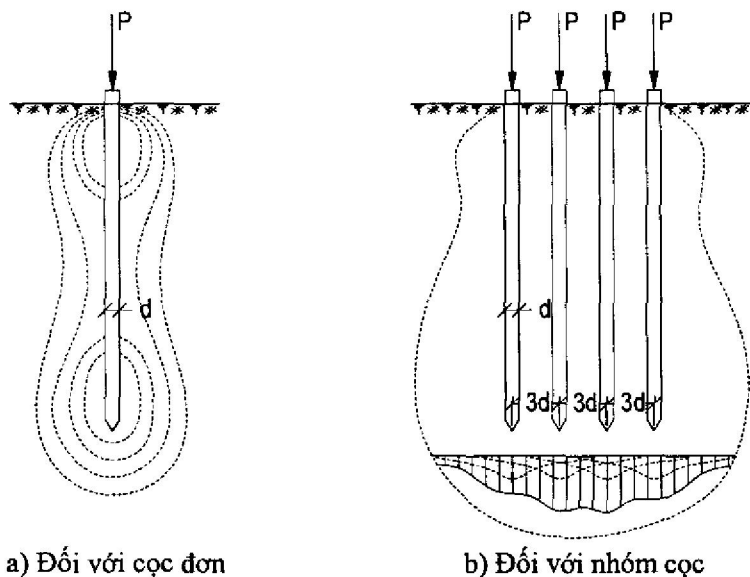
Trong thực tế thiết kế công trình chịu tải trọng ngang lớn, cọc thường được sử dụng ở dạng hệ cọc (nhóm cọc), rất hiếm khi sử dụng riêng rẽ các cọc đơn chịu lực. Khi xác định sức chịu tải của mỗi cọc trong móng đều xem cọc làm việc như một cọc đơn mà không xét đến sự ảnh hưởng của nhóm cọc. Điều này nhiều khi dẫn đến sai số lớn. Đối với móng cọc chống thì sai số đó không nhiều nhưng đối với cọc ma sát thì sai số đó khá lớn. Do đó, trong tính toán móng cọc cần phải xét đến hiệu ứng nhóm của hệ cọc trong móng.

Khi cùng trị số tải trọng tác dụng lên cọc đơn và cọc trong nhóm cọc thì độ lún của nhóm cọc sẽ lớn hơn độ lún của cọc đơn.

#### a. Hiệu ứng nhóm của móng cọc chịu tải đứng

Để thấy rõ vấn đề này, dưới đây sẽ phân tích trạng thái ứng suất của đất do cọc đơn và do nhóm cọc gây ra khi có cùng trị số tải trọng  $P$  tác dụng lên mỗi cọc. Lực  $P$  được phân thành hai phần: lực ma sát xung quanh thân cọc (ứng suất tiếp tuyến) và phản lực ở mũi cọc (ứng suất pháp tuyến). Với giả thiết lực ma sát phân bố đều xung quanh thân cọc và phản lực phân bố đều trên tiết diện ngang cọc và áp dụng lời giải của R. Mindlin. Đối với lực tập trung thẳng đứng nằm trong bán không gian đàn hồi thì có thể trình bày trạng thái ứng suất trong đất do nhóm cọc

gây ra như hình 3.37. Trên hình 3.37a vẽ các đường đồng ứng suất  $s_z$  do cọc đơn gây ra, còn trên hình 3.37b vẽ biểu đồ ứng suất do mỗi cọc trong nhóm gây ra tại chiều sâu  $z$  và biểu đồ  $s_z$  do cả nhóm cọc gây ra.



**Hình 3.37. Các đường đồng ứng suất trong đất**

Rõ ràng nếu các cọc càng gần nhau thì ứng suất tại điểm trên trục cọc do cả nhóm gây ra sẽ lớn hơn nhiều so với ứng suất tại đó do cọc đơn gây ra. Vì vậy, độ lún của nhóm cọc lớn hơn độ lún của cọc đơn. Ngược lại nếu khoảng cách giữa các cọc càng lớn thì sự chênh lệch đó càng giảm, nếu khoảng cách đó đạt tới một trị số nhất định nào đó thì thực tế có thể coi sự làm việc của cọc đơn và của một cọc trong nhóm cọc đều như nhau. Kinh nghiệm cho thấy rằng, muốn thỏa mãn điều kiện này thì khoảng cách tối thiểu giữa các cọc cạnh nhau phải bằng sáu lần đường kính hay cạnh cọc.

Để xét đến ảnh hưởng của nhóm cọc, P. G. Tsijikov có đề nghị đưa vào hệ số nhóm khi xác định sức chịu tải của cọc và tính toán độ lún của cọc. Các hệ số này được đưa ra dựa trên cơ sở của rất nhiều số liệu thực tế và số liệu thí nghiệm mà ông đã thu nhận được. Các hệ số này có dạng như sau:

- Đối với việc xác định sức chịu tải dọc trục của cọc:

$$K_p = K_p^m K_p^n \quad (3-16)$$

- Đối với việc tính toán lún của móng cọc:

$$K_s = K_s^m K_s^n \quad (3-17)$$

Trong đó:

$K_p^m, K_s^m$  - hệ số kể đến ảnh hưởng của khoảng cách giữa các cọc và tỷ số giữa chiều dài với đường kính của cọc;

$K_p^n, K_s^n$  - hệ số kể đến ảnh hưởng của số lượng cọc và tỷ số giữa chiều dài với đường kính của cọc.

#### *b. Hiệu ứng nhóm của móng cọc chịu tải ngang*

Đối với móng cọc chịu tải ngang khi khoảng cách giữa các cọc gần nhau, tải trọng ngang cọc sẽ tạo các vùng ứng suất trùng chập xung quanh các cọc. Cường độ đất xung quanh cọc giảm, dẫn đến nội lực (mô-men, lực cắt), chuyển vị cọc tăng.

#### **3.4.3.4. Xác định vị trí đặt cửa van để ứng suất đáy móng là bé nhất**

Một trong vấn đề quan trọng của thiết kế xà lan là phải không chế được lún lệch trong phạm vi cho phép, muốn vậy phải không chế được chênh lệch ứng suất  $\sigma_{\max} - \sigma_{\min}$  là nhỏ nhất.

Các giá trị ứng suất  $\sigma_{\max}, \sigma_{\min}$  phụ thuộc vào chế độ mực nước thượng hạ lưu. Khi  $H_1$  tăng lên  $H_2$  giảm xuống thì  $\sigma_{\max} - \sigma_{\min}$  tăng lên. Vậy sẽ tồn tại một vùng giá trị của  $x$  (khoảng cách từ cửa van đến tâm xà lan) để cho  $(\sigma_{\max} - \sigma_{\min})$  đạt giá trị nhỏ nhất.

$$\Delta\sigma = \sigma_{\max} - \sigma_{\min} = \frac{2\Sigma M}{W}$$

Do đó  $\Sigma M$  min, có nghĩa là các lực phải bố trí thế nào để mô-men triệt tiêu lẫn nhau. Ngoài ra, vị trí đặt cửa van phải thỏa mãn điều kiện:

$$\sigma_{\min} > 0$$



Giá trị  $\Delta\sigma$  phụ thuộc vào sự thay đổi mực nước thượng hạ lưu, vị trí đặt cửa van. Do đó để tìm vị trí đặt cửa van hợp lý ta xây dựng biểu đồ quan hệ  $\Delta\sigma \sim x$  (là khoảng cách từ điểm đặt xả lan đến gốc tọa độ ứng với hai tổ hợp mực nước sau:

- + Tổ hợp 1: ứng với chênh lệch mực nước thượng hạ lưu lớn nhất.
- + Tổ hợp 2: ứng với chênh lệch mực nước hạ lưu và thượng lưu lớn nhất.

$$\Sigma M = \Sigma M_{bt} + \Sigma M_{nl}$$

$\Sigma M_{xl}$  - mô-men do trọng lượng bản thân xả lan và thiết bị gây ra. Do xả lan đã được cân bằng tĩnh nên  $\Sigma M_{bt} = 0$ .

$\Sigma M_{nl}$  - mô-men do các ngoại lực gây ra.

#### 3.4.3.5. Kiểm tra ổn định trượt

Trường hợp móng công trình đặt trên nền tự nhiên hoặc nền được gia cố bằng trụ xi-măng đất quy đổi tương đương cần kiểm tra ổn định trượt của khối móng.

##### *i. Xác định khả năng trượt của công trình*

Dưới tác dụng đồng thời của các lực ngang và lực đứng, công trình có thể bị mất ổn định trượt. Phán đoán khả năng trượt của công trình theo ba hình thức: Chỉ số mô hình, hệ số kháng cắt, hệ số cố kết theo quy phạm TCVN 42-5386.

##### *a. Chỉ số mô hình*

$$N_{\sigma} = \frac{\sigma_{\max}}{B\gamma_{dn}} < [N_{\sigma}] \quad (3-18)$$

Trong đó:

$N_{\sigma}$  - chỉ số mô hình;

$[N_{\sigma}]$  - chỉ số mô hình giới hạn ( $[N_{\sigma}] = 3$  đối với các loại đất ngoài cát chặt);

$\gamma_{dn}$  - dung trọng đầy nổi của đất nền.

**b. Hệ số kháng cắt**

$$\operatorname{tg}\psi = \operatorname{tg}\varphi + \frac{C}{\sigma_{tb}} \quad (3-19)$$

Trong đó:

$\operatorname{tg}\psi$  - hệ số kháng cắt;

$\varphi$  - góc ma sát trong của đất nền.

**c. Hệ số cố kết**

$$C_v = \frac{K}{a(1+\varepsilon)\gamma} \quad (3-20)$$

Thông qua ba chỉ số  $N_\sigma$ ,  $C_v$ ,  $\operatorname{tg}\psi$  để phán đoán khả năng mất ổn định trượt của công trình.

Ba 3 chỉ số  $N_\sigma$ ,  $C_v$ ,  $\operatorname{tg}\psi$  là các công thức để phán đoán hình thức trượt, trong thực tế cần tính toán kiểm tra cả trượt phẳng và trượt hỗn hợp thì mới kết luận công trình có bị mất ổn định hay không.

**ii. Tính trượt phẳng**

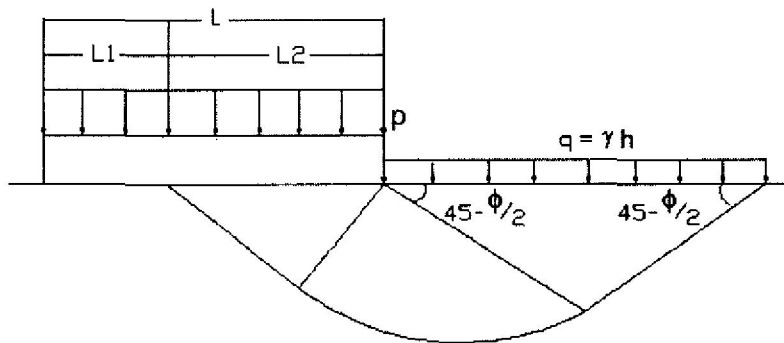
Nếu  $N_\sigma < [N_\sigma]$ ,  $C_v < 4$ ,  $\operatorname{tg}\psi > 0,45$  thì chỉ cần tính toán trượt phẳng.

Trường hợp công trình chỉ gồm nhiều xà lan ghép lại với nhau hệ số an toàn trượt tính theo công thức:

$$K_1 = \frac{\sum N \operatorname{tg}\varphi_0 + C_0 F + m E_{bd}}{E_{cd} + \sum H_d - \sum H_{hl}} \quad (3-21)$$

**iii. Trượt hỗn hợp**

Trong trường hợp một trong ba 3 chỉ số  $N_\sigma$ ,  $C_v$ ,  $\operatorname{tg}\psi$  không thỏa mãn điều kiện trượt phẳng cần phải tính toán trượt hỗn hợp. Trong trường hợp này lực ngang tác dụng chỉ xét áp lực nước thượng lưu, hạ lưu, áp lực đất thượng lưu, hạ lưu, không xét lực dính mang cống. Lực dính đáy xà lan sẽ chuyển thành áp lực thẳng đứng  $n = c/\operatorname{tg}\phi$  theo nguyên lý Caco.



Hình 3.38. Sơ đồ tính trượt hỗn hợp

#### 3.4.3.6. Kiểm tra lún công trình

Các phương pháp tính lún:

##### i. Móng đập Xà lan trên nền gia cố tương đương

Tính toán lún cho đập phao liên hợp như tính với móng bè trên nền sét yếu, do đập Xà lan có các kích thước tương đối lớn.

Độ lún của nền gồm 3 thành phần: Độ lún tức thời ( $S_0$ ), lún cố kết thấm ( $S_c$ ) và lún từ biến ( $S_t$ ).

$$S = S_0 + S_c + S_t$$

Độ lún tức thời là khi nước chưa kịp thoát đi, đất biến dạng như vật thể đàn hồi hay còn gọi là mô-đun đàn hồi tức thời, ký hiệu  $E_u$ .

Độ lún cố kết (thấm) là do sự giảm thể tích lỗ rỗng, do nước thoát dần ra ngoài. Với đất sét độ lún cố kết là chủ yếu, thường chiếm trên 90% độ lún tổng, tuy nhiên trong một số trường hợp nó chỉ chiếm khoảng 50% độ lún tổng. Độ lún cố kết được tính qua mô-đun thoát nước.

Độ lún từ biến do biến dạng thể tích của bản thân khung cốt đất. Với đất sét yếu và rất yếu thì độ lún này không nhỏ, đôi khi chúng có thể chiếm tới 40 đến 50% độ lún tổng.

##### i. Móng đập Xà lan trên nền gia cố cọc khoan nhồi

Tính lún móng cọc khoan nhồi theo phương pháp khối móng quy ước, coi đài cọc và phần đất giữa các cọc là một khối móng.

Diện tích đáy khối móng quy ước xác định theo công thức sau:

$$F_{qd} = (A_1 + 2Htg\alpha)(B_1 + 2Htg\alpha) \quad (3-22)$$

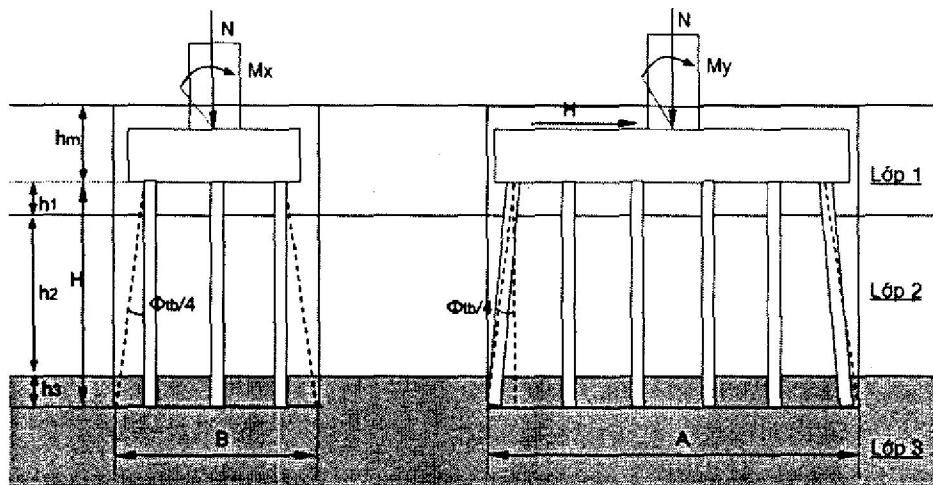
Trong đó:

$A_1, B_1$  - khoảng cách từ mép hai hàng cọc ngoài cùng đối diện nhau theo hai phía;

$H$  - khoảng cách từ đáy đài cọc đến đáy khối móng quy ước.

$$\alpha = \Phi_{tb}/4$$

Với:  $\Phi_{tb}$  - góc ma sát trung bình của các lớp đất từ mũi cọc trở lên.



Hình 3.39. Sơ đồ xác định khối móng quy ước

Ở đây có tính đến tải trọng ngang và mô-men do đó ta kiểm tra cường độ của đất nền theo điều kiện sau:

$$\sigma_{\max} \leq 1,2R_{tc} \quad (3-23)$$

$$\frac{\sigma_{\max} + \sigma_{\min}}{2} \leq R_{tc} \quad (3-24)$$

Trong đó:

$R_{tc}$  - sức chịu tải tính toán của đất nền tại đáy khối móng quy ước, phụ thuộc vào loại đất, trạng thái của đất và kích thước khối móng quy ước;

$\sigma_{\max}, \sigma_{\min}$  - ứng suất lớn nhất và nhỏ nhất tại đáy khối móng quy ước.



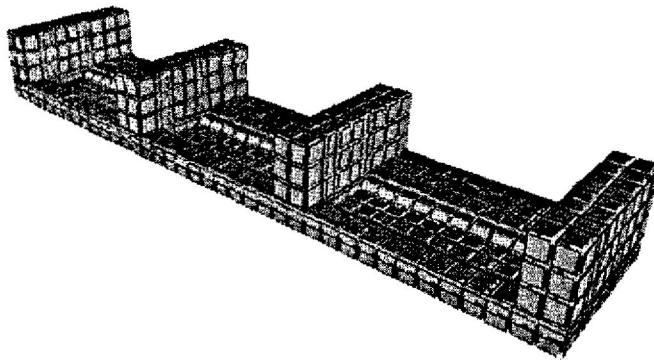
### 3.4.4. Tính toán kết cấu

Kết cấu đập Xà lan liên hợp không chỉ được tính cho trường hợp làm việc mà còn phải được tính toán cho cả trường hợp vận chuyển thi công, lắp đặt: gồm trường hợp đập Xà lan khi di chuyển, hạ chìm, trường hợp làm nổi đập Xà lan.

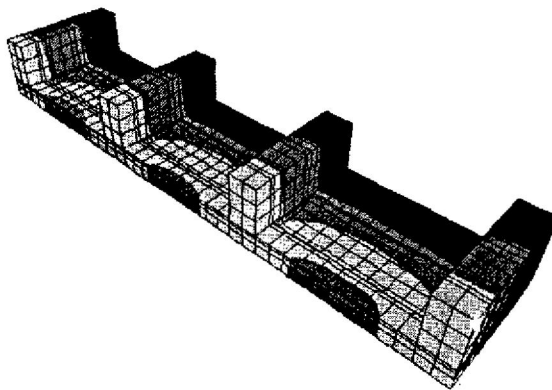
Với bài toán phân tích ứng suất biến dạng kết cấu đập Xà lan thì ứng dụng các phần mềm phân tích kết cấu (SAP2000, Ansys...) để giải quyết vấn đề.

Kết quả tính toán sẽ cho hình ảnh rõ nét về phân bố ứng suất, biến dạng. Qua đó lựa chọn vật liệu, kết cấu hợp lý cho cấu kiện, kết cấu.

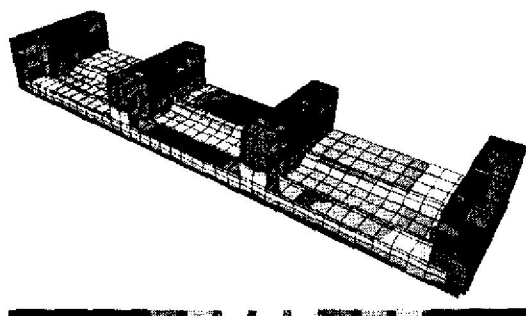
Một số ví dụ và kết quả tính toán:



*Hình 3.40. Mô hình tính toán kết cấu đập Xà lan - SAP2000*



*Hình 3.41. Chuyển vị tổng thể đập Xà lan - Trường hợp đập nổi*



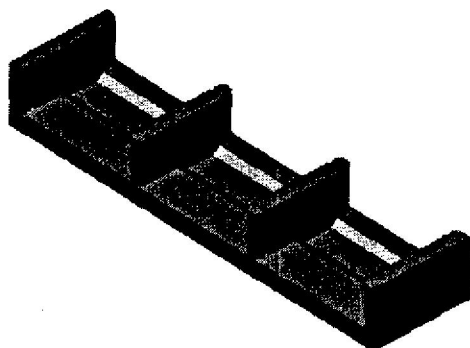
Hình 3.42. Ứng suất lớn nhất đập Xà lan - Trường hợp đập nổi

### 3.4.5. Một số dạng kết cấu xà lan ứng với các loại cửa van

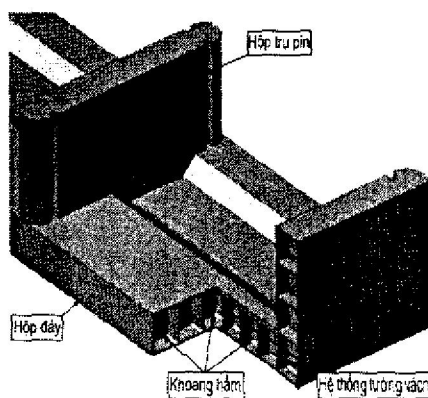
Hình dạng, kết cấu của các đơn nguyên xà lan ngoài việc thỏa mãn các điều kiện như: ổn định nổi khi di chuyển, hạ chìm, điều kiện chịu lực, thì cũng cần phải đáp ứng được điều kiện về bố trí cửa van và các thiết bị điều khiển. Mỗi loại cửa van có đặc điểm kết cấu và điều kiện bố trí, làm việc khác nhau. Trên cơ sở đó, chúng tôi đã nghiên cứu và đề xuất một số dạng kết cấu xà lan tương ứng với các loại cửa van ngăn sông lớn phù hợp với điều kiện của nước ta hiện nay.

#### 3.4.5.1. Kết cấu xà lan ứng với cửa van cung

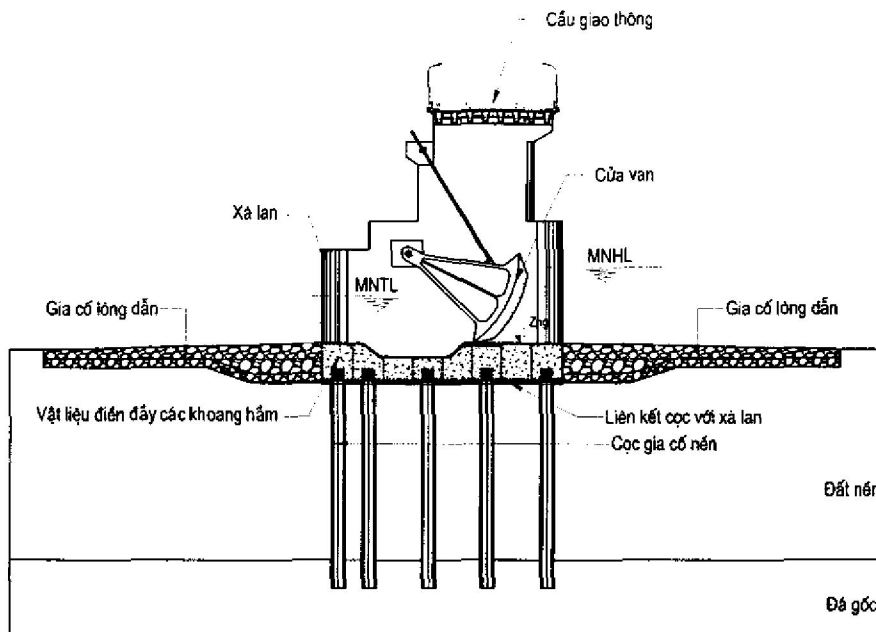
Hộp đáy và hộp trụ pin được bao bởi hệ thống tường vách ngoài, phía trong chia thành các khoang rỗng bởi các tường vách ngăn. Sàn trên hộp đáy phía thượng lưu cửa van được hạ thấp xuống tạo thành bề tiêu năng khi mở hoặc đóng cửa van.



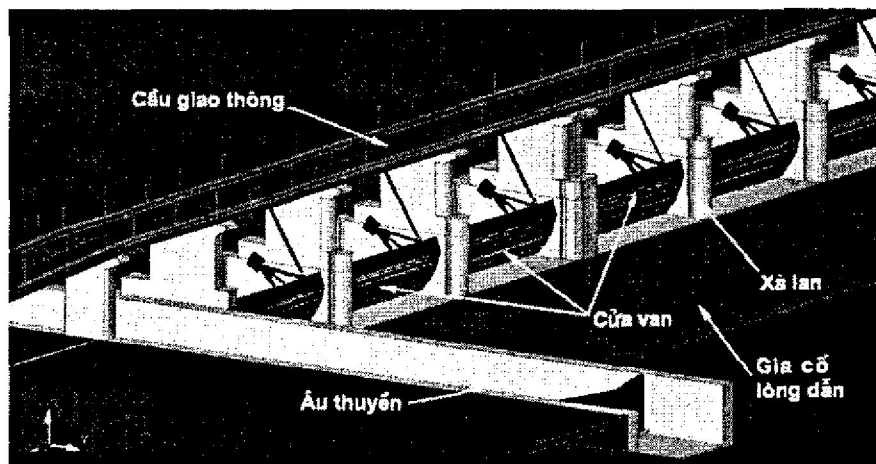
Hình 3.43. Tổng thể một đơn nguyên xà lan



Hình 3.44. Kết cấu xà lan



**Hình 3.45. Cắt ngang đập phao liên hợp cửa van cung**

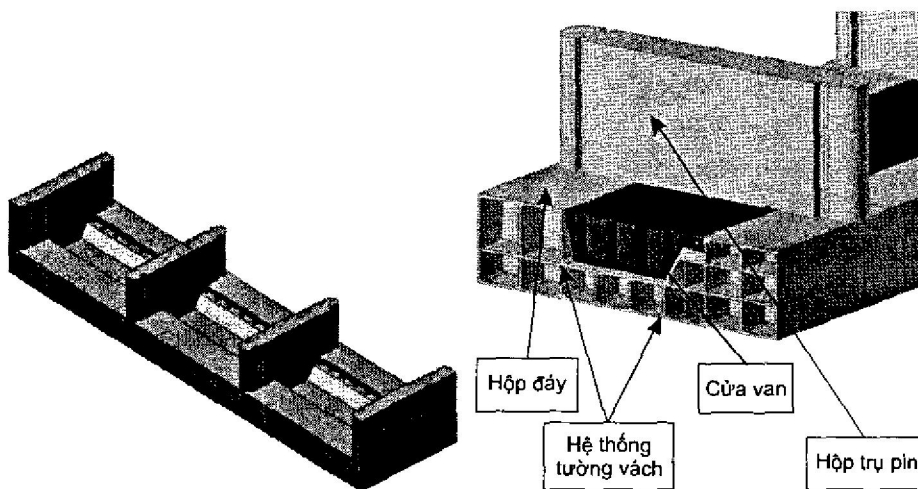


**Hình 3.46. Tổng thể đập phao liên hợp cửa van cung**

### 3.4.5.2. Kết cấu xà lan ứng với cửa Clape phao

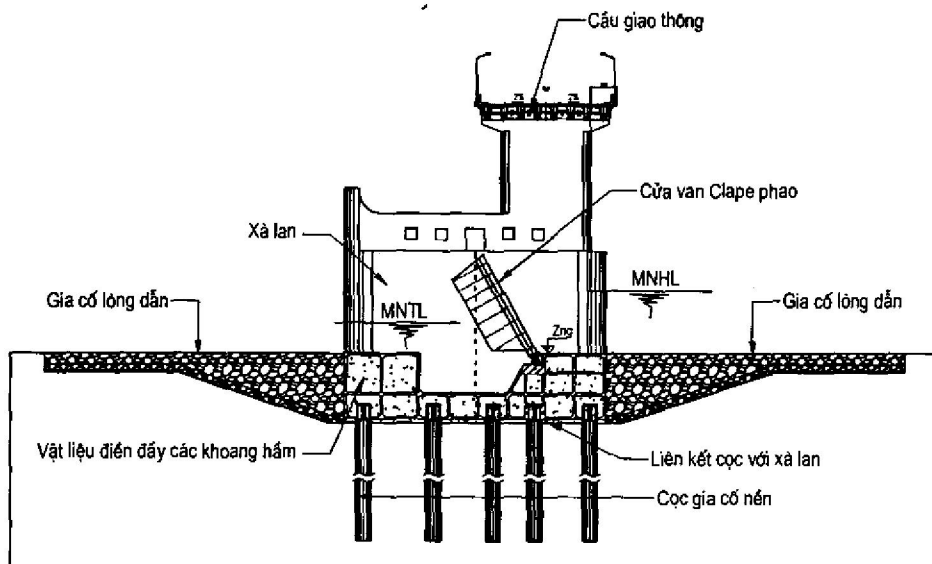
Do đặc điểm của loại cửa van Clape phao là chiều dày của cửa van rất lớn, vì vậy khi đóng xuống nó sẽ chiếm một phần không gian

của hộp đáy (để đảm bảo cao trình ngưỡng cống) do đó chiều cao hộp đáy phụ thuộc vào độ dày của cửa van.



**Hình 3.47. Tổng thể một đơn nguyên xả lan cửa van phao**

**Hình 3.48. Kết cấu xả lan cửa van phao**



**Hình 3.49. Kết cấu xả lan cửa van phao**



### 3.4.6. Biện pháp thi công

Công nghệ đập Xà lan liên hợp được thi công lắp ghép trong nước, không phải đắp đê quai dẫn dòng: Các đơn nguyên xà lan được chế tạo ở địa điểm khác, sau đó được hạ thủy và di chuyển đến vị trí công trình. Sau khi định vị vào đúng vị trí các đơn nguyên sẽ được hạ chìm xuống nền và hệ cọc đã được chuẩn bị sẵn. Tiến hành đổ bê-tông ngàm định vị xà lan với hệ cọc. Cuối cùng là thi công các khớp nối xà lan, mang cống và các kết cấu phần trên như cầu giao thông v.v...

#### 3.4.6.1. Lựa chọn địa điểm chế tạo xà lan

Việc lựa chọn vị trí thi công chế tạo xà lan quyết định đến phương án chế tạo và ảnh hưởng đến giá thành thi công xây dựng công trình. Được lựa chọn theo các điều kiện sau:

- Mặt bằng đủ rộng để bố trí mặt bằng công trường;
- Thuận tiện cho việc cung ứng vật tư vật liệu;
- Thuận tiện cho việc di chuyển xà lan đến vị trí xây dựng công trình;
- Ít phải đền bù giải phóng mặt bằng;
- Địa chất tốt, ít phải xử lý, gia cố.

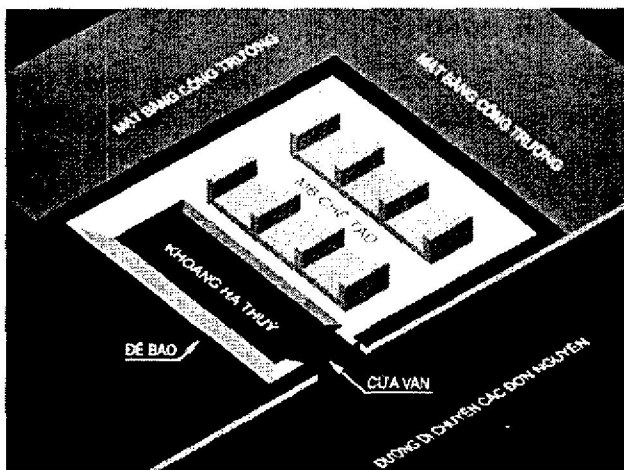
#### 3.4.6.2. Phương án chế tạo xà lan

Tùy theo điều kiện cụ thể của từng vị trí thi công chế tạo xà lan. Có thể lựa chọn thi công chế tạo xà lan theo các phương án sau:

##### *i. Thi công chế tạo xà lan trong hố móng*

Tại vị trí được lựa chọn để thi công chế tạo xà lan, tiến hành đào một hố móng ngay sát đường dẫn di chuyển xà lan. Kích thước hố móng đảm bảo có thể chế tạo một hoặc đồng thời nhiều đơn nguyên xà lan. Khu vực hố móng bao gồm các bộ phận chính sau:

- 1- Mặt bằng công trường;
- 2- Mặt bằng chế tạo xà lan;
- 3- Khoang hạ thủy xà lan;
- 4- Cửa van;
- 5- Đê bao.



**Hình 3.50. Hồ móng chế tạo xà lan**

Kết cấu của hồ móng phải đảm bảo khả năng chịu lực khi thi công và di chuyển xà lan đồng thời cũng phải đảm bảo độ bền để có thể thi công cho nhiều đợt khác nhau. Sau khi chế tạo xong xà lan của một đợt, nước được bơm vào hồ móng để xà lan nổi lên, sau đó cửa van sẽ mở ra để tàu kéo có thể vào và di chuyển xà lan ra ngoài.

Phương án này có ưu điểm là thi công hồ móng đơn giản, không đòi hỏi yêu cầu kỹ thuật quá phức tạp, hạ thủy xà lan dễ dàng, an toàn, giá thành hạ, đặc biệt nếu kết hợp nhiều đơn nguyên trong một hồ móng. Tuy nhiên, phương án này lại đòi hỏi diện tích chiếm đất lớn và trong trường hợp địa chất quá yếu thì khối lượng gia cố hồ móng là khá lớn.

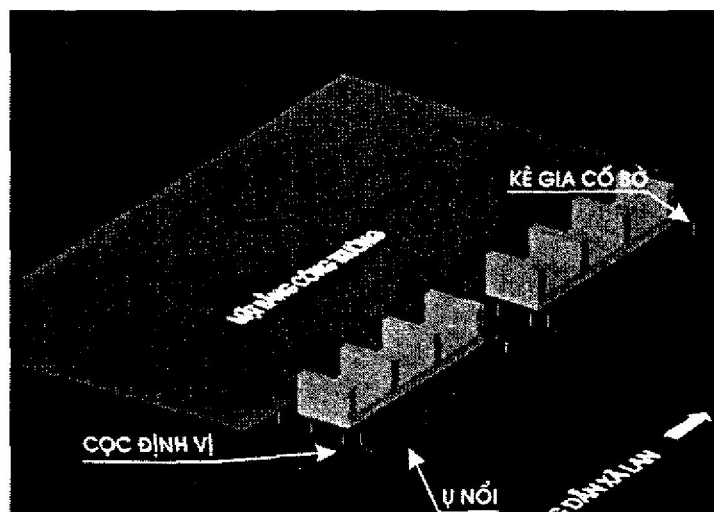
#### **ii. Thi công chế tạo xà lan trên ụ nổi**

Ụ nổi thực chất là một xà lan bằng thép hoặc bê-tông cốt thép có kích thước và kết cấu đảm bảo để có thể chế tạo một đơn nguyên xà lan ở trên nó. Ụ nổi được nép sát vào bờ tại vị trí được lựa chọn để chế tạo xà lan và được neo giữ vào các hệ cọc để đảm bảo an toàn trong quá trình chế tạo và hạ thủy xà lan.

Khi chế tạo xong xà lan, ụ nổi sẽ được bơm nước vào trong và từ từ chìm xuống theo các cọc định vị và dẫn hướng. Khi ụ nổi chìm sâu hơn độ mớn nước của xà lan thì xà lan sẽ tự nổi và di chuyển ra bên

ngoài. Sau đó ụ nổi sẽ được làm nổi trở lại để thi công đơn nguyên xà lan tiếp theo.

Phương án này có ưu điểm là việc thi công chế tạo xà lan thuận lợi, diện tích chiếm đất nhỏ. Tuy nhiên, việc hạ thủy xà lan tương đối phức tạp, đòi hỏi độ chính xác cao, nếu thi công nhiều xà lan cùng lúc thì cần phải làm nhiều ụ nổi nên giá thành rất cao.



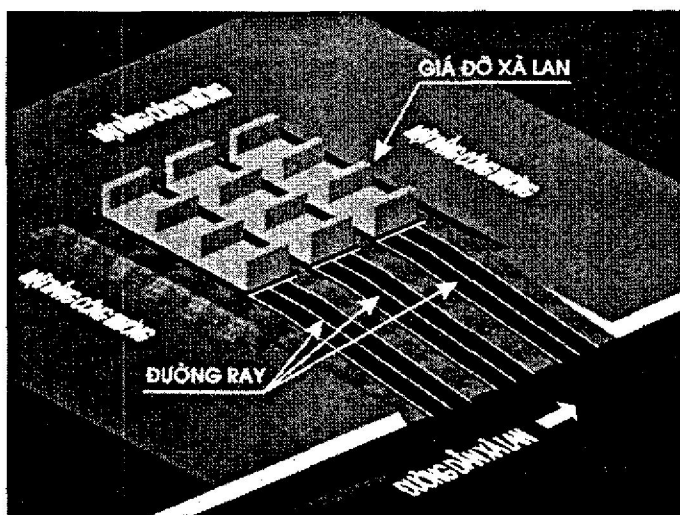
Hình 3.51. Ụ nổi chế tạo xà lan

### iii. Thi công chế tạo xà lan trên hệ ray

Tại vị trí được lựa chọn để chế tạo xà lan, tiến hành xây dựng và lắp đặt hệ thống bệ đỡ, đường ray. Chế tạo và lắp đặt hệ thống giá đỡ trên ray, thi công chế tạo đơn nguyên xà lan trên hệ giá đỡ này. Sau khi hoàn thành, toàn bộ hệ giá đỡ và đơn nguyên xà lan sẽ được di chuyển từ từ theo đường ray xuống đến kênh dẫn, khi hệ giá đỡ ngập sâu hơn độ mớn nước của xà lan thì xà lan sẽ tự nổi và được di chuyển trên kênh dẫn. Hệ giá đỡ sau đó được di chuyển về vị trí ban đầu để thi công đơn nguyên xà lan tiếp theo.

Kết cấu nền, hệ thống đường ray và giá đỡ phải đảm bảo ổn định khi chế tạo, di chuyển và hạ thủy xà lan.

Ưu điểm của phương án này là thi công chế tạo xà lan thuận lợi, không cần phải đào hố móng khi thi công. Tuy nhiên, việc thi công chế tạo hệ thống đường ray và giá đỡ phức tạp, đòi hỏi kỹ thuật cao và chính xác, nhất là trong điều kiện ở dưới nước, khối lượng gia cố nền rất lớn, hạ thủy phức tạp, giá thành cao.



Hình 3.52. Hệ ray chế tạo xà lan

### 3.4.6.3. Kết luận

Qua phân tích các phương án thấy rằng, với điều kiện tự nhiên và kinh tế của nước ta thì phương án chế tạo trong hố móng là có tính khả thi cao hơn do không đòi hỏi kỹ thuật quá phức tạp, thi công an toàn và giá thành hạ, nhất là với các công trình ngăn sông rộng được ghép bởi nhiều đơn nguyên xà lan. Tuy nhiên, với những công trình xây dựng trong khu vực đông dân cư, số lượng đơn nguyên ít mà điều kiện di chuyển xà lan gặp khó khăn như có nhiều cầu giao thông tĩnh không thấp thì phương án chế tạo trên ụ nổi khi đó sẽ có tính khả thi hơn.

### 3.4.7. Thi công nền móng công trình

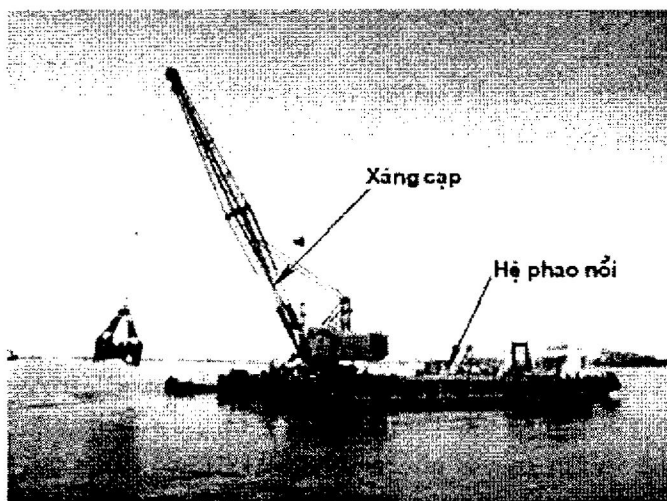
Nền móng công trình được thi công trong nước cùng với thời gian chế tạo xà lan, được hoàn thành trước khi định vị và hạ chìm xà lan vào



vị trí. Với những công trình trên sông rộng, có nhiều đơn nguyên thì có thể đồng thời vừa định vị và hạ chìm xà lan ở một vị trí vừa thi công nền móng ở một vị trí khác.

Như phân tích ở trên, nền của đập phao liên hợp có thể là nền gia cố tương đương hoặc là nền được gia cố bằng cọc khoan nhồi hoặc kết hợp giữa cọc khoan nhồi và cọc xi-măng đất. Với đặc trưng về kết cấu nền nền của đập phao liên hợp luôn được đào sâu xuống đáy sông để chôn hộp đáy xà lan, đồng thời mặt hố móng cần phải được làm phẳng để xà lan sau khi hạ chìm được cân bằng và đứng cao độ thiết kế. Cuối cùng, bịt kín khoảng trống giữa đáy xà lan với nền bằng bê-tông tự đầm.

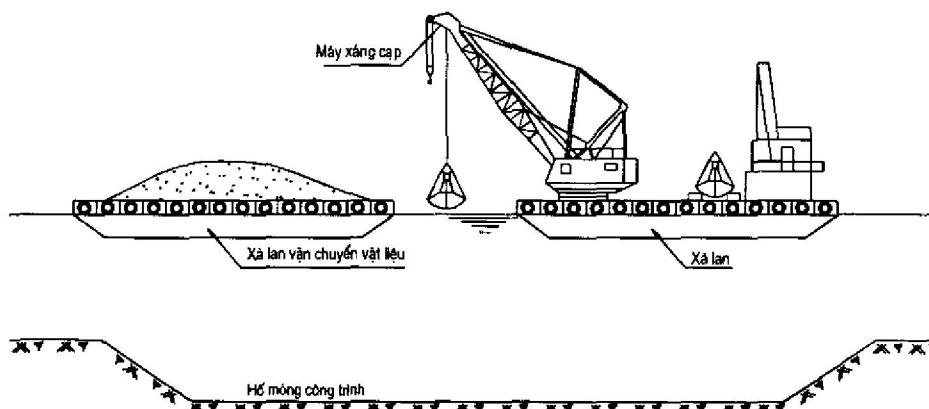
#### 3.4.7.1. Nạo vét, đào hố móng



*Hình 3.53. Thiết bị đào hố móng*

Việc nạo vét và đào hố móng được thực hiện bằng các thiết bị thông dụng như: máy đào, xăng cạp, tàu hút... đặt trên hệ phao nổi. Do thi công trong điều kiện cột nước sâu, diện tích hố móng rất lớn dưới tác động của nhiều yếu tố môi trường như dòng chảy, sóng, sự dao động của thủy triều... nên mặt nền sau khi nạo vét sẽ không đảm bảo được độ phẳng theo yêu cầu. Vì vậy, sau khi nạo vét xong, cần tiến hành kiểm tra độ bằng phẳng của nền để đưa ra các biện pháp hiệu chỉnh cho phù

hợp. Mặt khác, vì không đặt xà lan trực tiếp lên mặt nền, do đó sai số về độ phẳng khi thi công nền cũng không đòi hỏi quá cao nhưng cao độ toàn bộ mặt nền sau khi nạo vét cần thấp hơn cao trình đỉnh cọc đặt đáy xà lan từ 30 ÷ 50 cm.



**Hình 3.54.** Đào hố móng công trình bằng xáng cạp trên hệ phao nổi

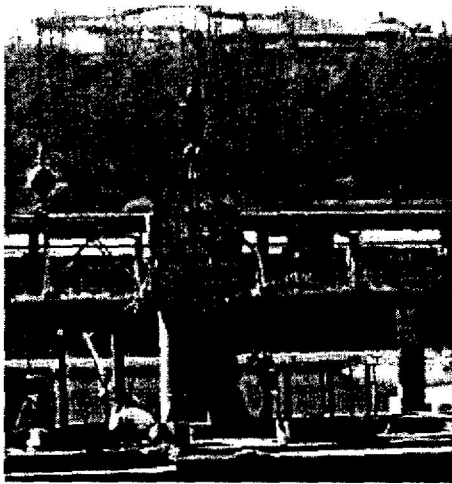
### 3.4.7.2. Thi công gia cố nền

#### *i. Thi công cọc khoan nhồi*

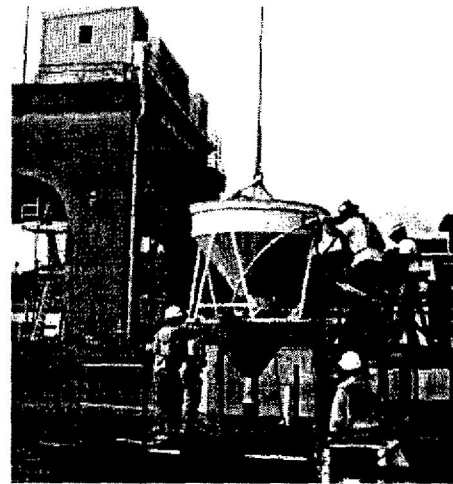
Hiện nay, ở nước ta công nghệ thi công cọc khoan nhồi đã phát triển rất mạnh, chiều dài cọc khoan nhồi có thể đạt tới 100 m với đường kính 2,5 m. Cọc khoan nhồi là dạng cọc bê-tông cốt thép được thi công tại chỗ trong lỗ khoan. Lỗ khoan được máy khoan trên nền công trình thường có đường kính từ 30 cm đến 320 cm và có chiều sâu từ 3 m đến 120 m. Đất trong lỗ khoan được đưa lên trên tạo thành một lỗ rỗng trong đất. Thành lỗ khoan thường được bảo vệ bởi dung dịch bentonite hoặc ống thép.

Với cọc khoan nhồi gia cố nền đập phao liên hợp được thi công trong nước thường có hai phần, phần đi qua lớp đất tốt phía dưới thì thành lỗ khoan được bảo vệ bởi dung dịch bentonite, còn phần đi qua lớp đất bùn yếu phía trên thì thành lỗ khoan được bảo vệ bằng ống thép. Toàn bộ các cọc phải được định vị bằng hệ sàn đạo.

Đầu tiên, ống thép được hạ xuống đến lớp đất cứng bằng thiết bị đóng cọc kiểu rung động đặt trên xà lan, neo giữ chắc chắn, độ thẳng đứng của ống thép luôn được kiểm tra và hiệu chỉnh trong suốt quá trình rung hạ. Tiếp tục khoan xuống tầng đất cứng phía dưới với thành lỗ khoan được bảo vệ bằng dung dịch bentonite. Sau khi toàn bộ lỗ khoan được làm sạch bằng rút lõi sẽ lắp đặt khung cốt thép và đổ bê-tông tự đầm lấp đầy lỗ khoan.



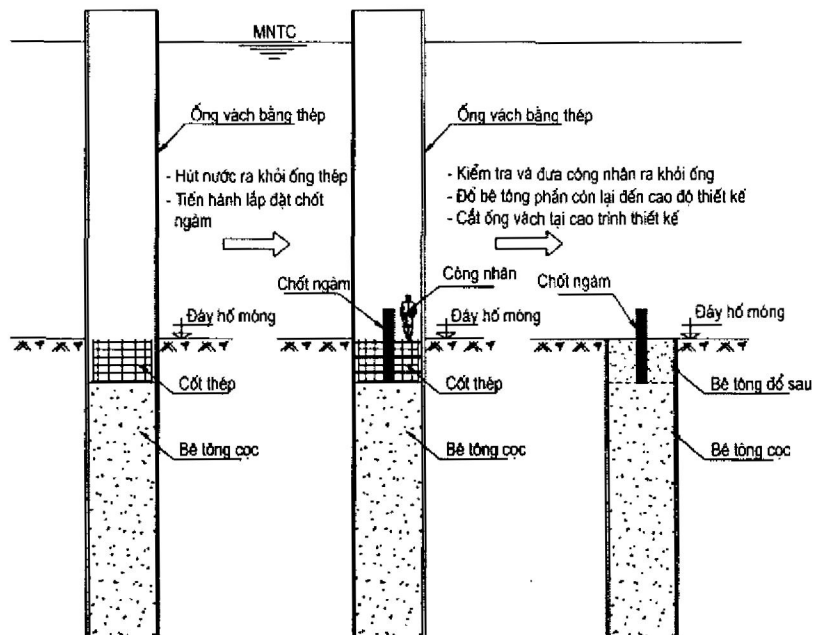
*Hình 3.55. Rung hạ ống vách trên hệ sàn đạo*



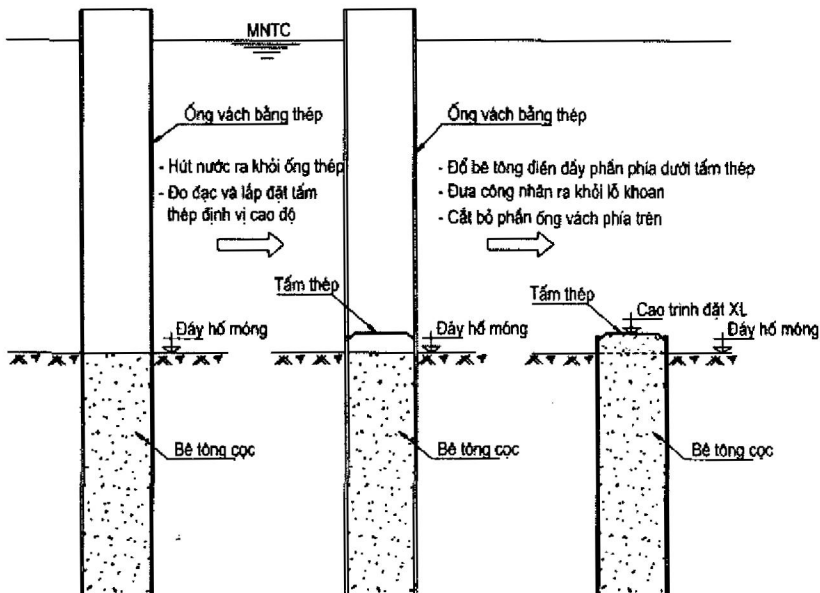
*Hình 3.56. Đổ bê-tông cọc khoan nhồi*

Với cọc khoan nhồi sử dụng làm cọc ngầm vào hộp đáy xà lan chịu tải trọng ngang, việc đổ bê-tông cọc được thực hiện cho đến khi mặt bê-tông cách cao trình thiết kế khoảng  $2,5 \div 3$  m thì dừng lại. Hút hết nước trong lỗ khoan để đưa công nhân xuống lắp đặt và hàn chặt kết cấu chốt với cốt thép cọc, sau đó đưa công nhân ra khỏi lỗ khoan và đổ bê-tông cọc cho đến cao độ thiết kế. Cuối cùng, tiến hành cắt bỏ phần ống vách phía trên ở cao độ thiết kế.

Còn với các cọc khoan nhồi được sử dụng làm cọc định vị cao độ của xà lan, việc đổ bê-tông cọc được thực hiện cho đến khi mặt bê-tông bằng cao trình đáy hố móng thiết kế. Tiến hành thực hiện các biện pháp định vị cao độ, vị trí cọc phục vụ cho các công đoạn tiếp theo.



**Hình 3.57. Thi công đầu ngàm cọc khoan nhồi**



**Hình 3.58. Thi công đầu ngàm cọc khoan nhồi**



### ***ii. Thi công cọc xi-măng đất***

Cọc xi-măng đất được thi công theo công nghệ khoan phụt áp lực cao, công nghệ này được phát minh ở Nhật năm 1970, đến nay đã được sử dụng rộng rãi trên thế giới. Hiện nay ở Việt Nam, công nghệ này cũng đã được sử dụng khá nhiều trong lĩnh vực gia cố và chống thấm nền công trình.

Công tác khoan thực hiện bằng khoan xoay và xối nước qua cần khoan và mũi khoan đặc biệt. Sau khi đưa mũi khoan đến cao độ thiết kế, quá trình phụt vừa bắt đầu. Vừa được phụt qua vòi phun với áp suất và vận tốc cao, làm phá vỡ kết cấu của đất và tạo thành Soilcrete (xi-măng đất). Trong suốt quá trình phụt vừa, cần khoan vừa xoay vừa nhấc lên dần. Toàn bộ quá trình thi công được thực hiện trên hệ thống phao nổi được định vị và neo giữ chắc chắn.

Với công nghệ khoan phụt áp lực cao, cần có một lớp phản áp ở trên mặt. Do đó, cọc xi-măng đất sẽ được thi công trước, sau đó mới tiến hành đào hố móng và kiểm tra hiệu chỉnh cao độ đầu cọc.

Không nên để thời gian chờ của hố móng quá lâu vì khi đó hố móng sẽ bị phù xa bồi lắng, không còn đảm bảo độ phẳng và cao độ thiết kế. Do đó khi lập tiến độ xây dựng công trình cần phải bố trí hợp lý giữa chế tạo, di chuyển, hạ chìm và lan với việc thi công gia cố nền.

### **3.4.7.3. Làm nổi, di chuyển và lan**

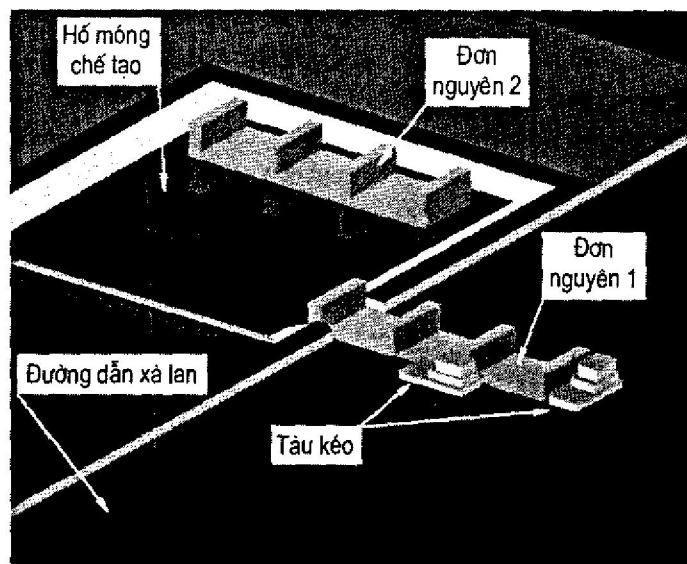
#### ***i. Hạ thủy và lan***

Các đơn nguyên và lan được chế tạo hoàn thiện và kiểm tra kỹ mức độ kín nước của các khoang hầm trước khi hạ thủy. Biện pháp hạ thủy phụ thuộc vào phương án chế tạo.

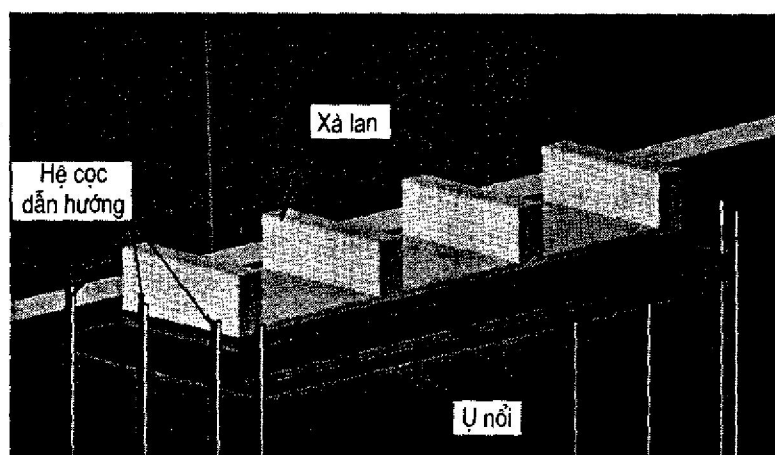
Với phương án chế tạo trong hố đúc, việc hạ thủy được thực hiện bằng cách cho nước vào hố móng để các và lan nổi lên. Sau đó cửa van hố móng được mở ra cho tàu kéo vào đưa các đơn nguyên này di chuyển đến vị trí công trình.

Với phương án chế tạo trên ụ nổi thì sẽ hạ thủy các đơn nguyên và lan bằng cách bơm nước vào các khoang hầm của ụ nổi để nó từ từ chìm xuống. Khi ụ nổi chìm xuống dưới độ mớn nước thiết kế thì các

xà lan sẽ tự nổi trên mặt nước và được tàu kéo đi chuyển ra khỏi khu vực chế tạo đến vị trí công trình. Sau đó ụ nổi sẽ được rút hết nước khỏi các khoang hầm để nổi lên phục vụ chế tạo các xà lan tiếp theo. Để đảm bảo ổn định trong quá trình hạ thủy thì ụ nổi phải được khống chế di chuyển dọc theo các rãnh dẫn hướng trên các hệ cọc định vị.



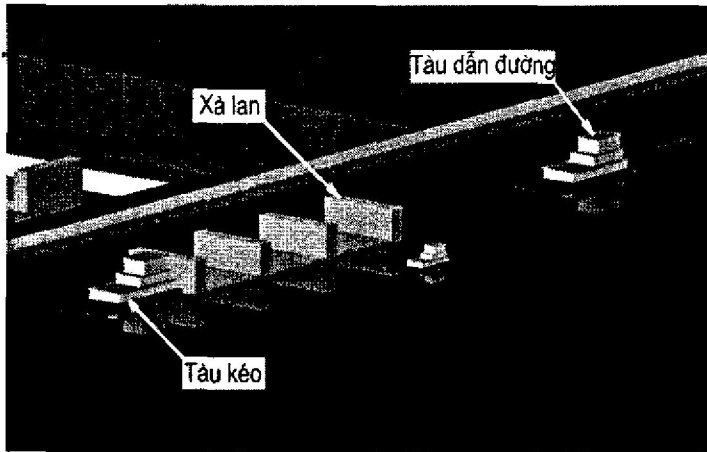
*Hình 3.59. Hạ thủy xà lan trong hố đúc*



*Hình 3.60. Hạ thủy xà lan trên ụ nổi*

### ii. Di chuyển xà lan đến vị trí công trình

Các xà lan sau khi hạ thủy sẽ được kẹp, liên kết với tàu kéo để di chuyển đến vị trí công trình. Tàu kéo được chọn phải có công suất lớn hơn các lực cản tác dụng vào xà lan trong quá trình di chuyển bao gồm: Lực cản của dòng chảy, lực gió, lực do sóng tương ứng với vận tốc di chuyển thiết kế. Ngoài ra, trong hệ thống thiết bị di chuyển cần có thêm một tàu kéo dự phòng và 1 tàu dẫn đường và ca-nô bảo vệ.



*Hình 3.61. Di chuyển xà lan trên đường dẫn*

#### 3.4.7.4. Định vị đánh chìm xà lan vào vị trí

Sau khi được di chuyển đến vị trí công trình, các đơn nguyên xà lan phải được căn chỉnh, định vị chính xác để khi hạ chìm chúng được đặt đúng vị trí ở trên nền. Đây là một trong những công đoạn quan trọng và khó khăn nhất trong xây dựng đập phao liên hợp, ảnh hưởng trực tiếp đến sự làm việc của công trình sau này.

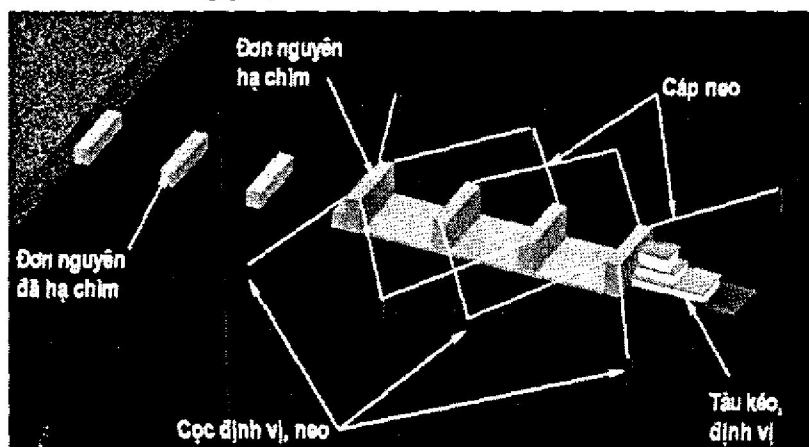
Do việc định vị và hạ chìm được thực hiện ngay trong dòng sông nên các điều kiện môi trường tại khu vực xây dựng công trình gió, dòng chảy trên sông và sóng là những yếu tố tác động chính đến các đơn nguyên xà lan.

Trong trường hợp đặc biệt, sông có dòng chảy xiết thì sự biến đổi nhanh của lực và hướng của dòng chảy là nguyên nhân chính làm cho xà lan dao động. Để xác định được mức độ nhiễu loạn của dòng chảy phải được xác định bằng mô hình thí nghiệm thủy lực.

### ***i. Định vị xà lan vào vị trí***

Việc định vị và lắp đặt đơn nguyên xà lan vào vị trí yêu cầu phải kiểm soát được cả về vị trí và cao độ trong phạm vi sai số cho phép bao gồm hai nhiệm vụ chính là: căn chỉnh đơn nguyên xà lan vào đúng vị trí yêu cầu trước khi hạ chìm và kiểm soát các dịch chuyển của chúng trong phạm vi sai số cho phép dưới tác dụng của các lực môi trường trong quá trình hạ chìm.

Có nhiều biện pháp để căn chỉnh xà lan vào vị trí như: Sử dụng hệ thống tàu kéo, sử dụng hệ thống cáp neo hoặc kết hợp cả tàu kéo và cáp neo. Với đập phao liên hợp định vị và lắp đặt trong điều kiện sông rộng và cột nước sâu thì biện pháp kết hợp cả tàu kéo và cáp neo sẽ đảm bảo được độ chính xác hơn. Các tàu kéo có nhiệm vụ di chuyển và hỗ trợ đưa xà lan vào vị trí, còn tời được gắn trên xà lan hoặc trên các kết cấu định vị (đơn nguyên xà lan đã được hạ chìm trước hoặc các cọc neo định vị) để điều chỉnh độ căng của cáp neo hỗ trợ việc đưa xà lan vào vị trí và căn chỉnh trong phạm vi nhỏ.



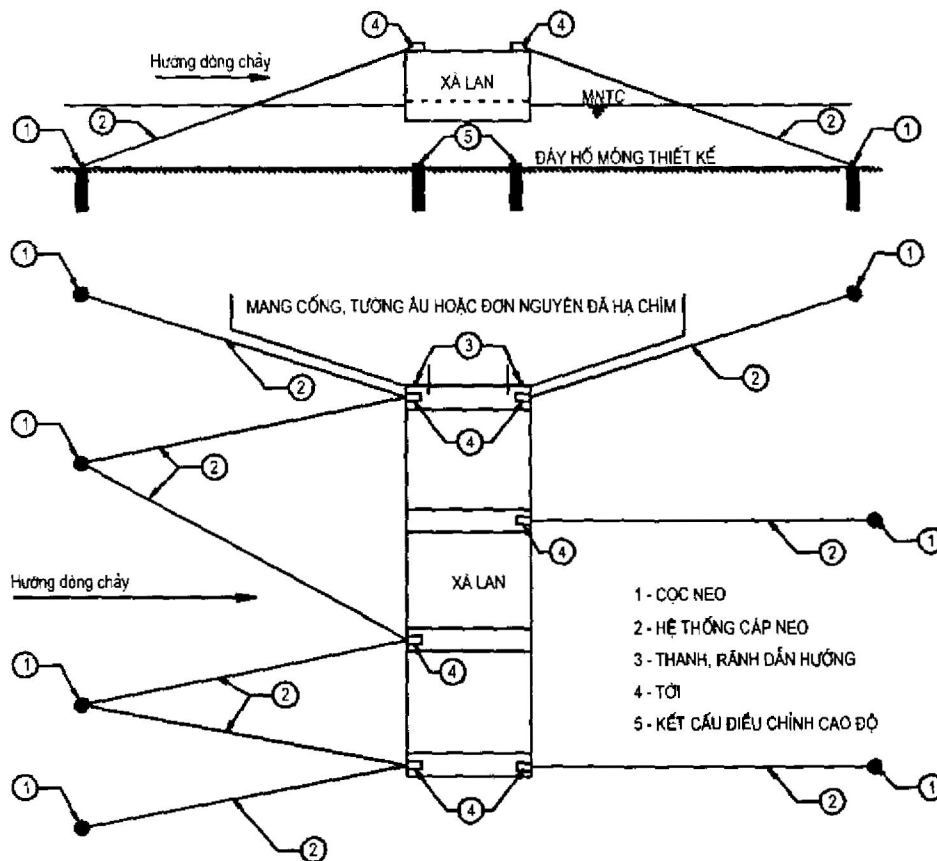
**Hình 3.62. Định vị xà lan vào vị trí**

Ngoài ra, để đạt được độ chính xác theo yêu cầu, cần phải kết hợp hệ thống neo giữ với nhiều thiết bị khác để dẫn hướng, điều chỉnh trong quá trình hạ chìm xà lan xuống nền như: hệ thống rãnh dẫn hướng, kích, xi-lanh thủy lực v.v... kết hợp với các kết cấu đệm, giảm chấn để triệt tiêu lực xung kích sinh ra do các chuyển động đột ngột của xà lan có thể gây hư hỏng kết cấu.



Toàn bộ quá trình định vị và đánh chìm xà lan được theo dõi và điều chỉnh trong phòng điều khiển trung tâm kết hợp với các thiết bị quan trắc tại hiện trường để xác định vị trí tức thời của xà lan, độ cân bằng của xà lan và độ căng hay trùng của hệ thống dây neo.

Bố trí tổng thể neo giữ định vị một đơn nguyên xà lan như sau:



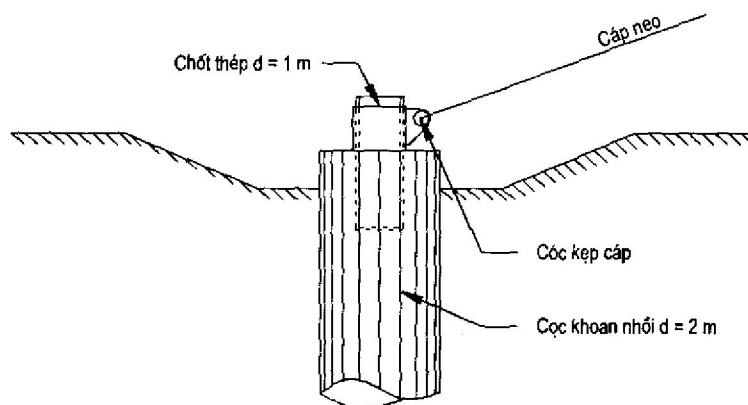
**Hình 3.63. Bố trí tổng thể hệ thống định vị xà lan**

Một hệ thống neo giữ bao gồm: điểm neo (cọc, mang công, tường âu...), cáp neo, thiết bị điều chỉnh (tời), hệ puly dẫn hướng và tàu kéo.

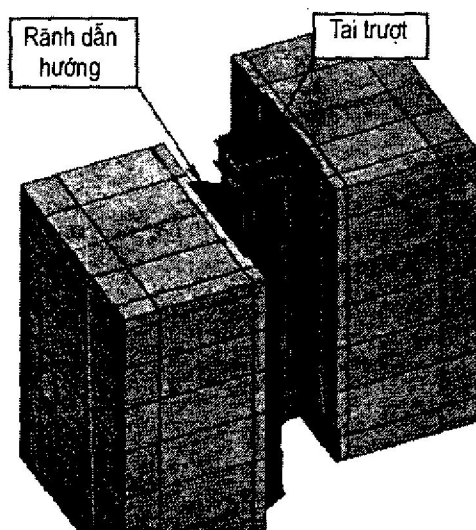
- Cọc neo là các cọc khoan nhồi được thi công trước ở cả thượng lưu và hạ lưu, trong đó thượng lưu có số lượng cọc nhiều hơn.

Đỉnh cọc cao hơn cao trình đáy sông, trên đầu mỗi cọc được lắp đặt các thiết bị để kẹp đầu cáp hoặc đặt các puly chuyển hướng cáp.

- Cáp neo được nối từ các cọc neo đến các tời đặt trên đơn nguyên xà lan để điều chỉnh vị trí và độ nghiêng khi hạ chìm. Khi quan trắc xà lan bị lệch hoặc nghiêng thì hệ thống tời đặt trên xà lan sẽ hoạt động và điều chỉnh độ căng của cáp để xà lan trở lại vị trí như yêu cầu.



**Hình 3.64. Cọc định vị neo**



**Hình 3.65. Hệ thống dẫn hướng**

- Hệ thống dẫn hướng bao gồm rãnh dẫn hướng và tai trượt, rãnh dẫn hướng được gắn trên mặt ngoài của tường âu hoặc trên mặt ngoài trụ pin của đơn nguyên đã được lắp đặt trước, tai dẫn được gắn trên đơn nguyên chuẩn bị hạ chìm. Khi hạ chìm thì tai trượt được khớp vào rãnh dẫn hướng và trượt theo rãnh này trong suốt quá trình hạ chìm giúp cho các xà lan cân bằng và thẳng hàng với nhau.

### **ii. Hạ chìm xà lan**

Hạ chìm xà lan là việc làm cho xà lan chìm xuống đúng vị trí và đặt trên nền đã được chuẩn bị sẵn. Việc hạ chìm chỉ được thực hiện sau khi xà lan đã được đưa vào vị trí, căn chỉnh và được neo giữ chắc chắn.

Về cơ bản, quá trình hạ chìm xà lan được chia thành ba bước:

- Bước 1: Bơm nước vào các khoang để xà lan chìm xuống đến khi đáy xà lan cách đáy hồ móng khoảng 0,5 đến 1,0 m thì dừng lại.
- Bước 2: Tiến hành kiểm tra độ chính xác cả về vị trí và độ nghiêng của xà lan để căn chỉnh lại cho đúng bằng hệ thống cáp neo, tời và các kết cấu dẫn hướng. Bộ phận kiểm tra phải chắc chắn rằng vị trí và độ nghiêng của xà lan đã nằm trong phạm vi cho phép trước khi tiếp tục hạ xà lan xuống nền.
- Bước 3: Tiếp tục bơm nước vào các khoang để đáy xà lan tiếp xúc với nền, giai đoạn này cần phải được thực hiện liên tục để tránh có những thay đổi bất ngờ của dòng chảy. Mặt khác, tốc độ hạ chìm cũng không được quá nhanh để nước ở giữa đáy xà lan và nền kịp thoát ra ngoài. Sau khi đặt lên đầu các cọc định vị cao độ.

Theo kết quả nghiên cứu trong đề tài "Nghiên cứu sóng dao động tức thời đến ổn định của xà lan bê-tông khi đánh chìm" của ThS. Trần Văn Thái - Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam thì để tăng độ ổn định cho xà lan bê-tông dạng hộp phao trong quá trình hạ chìm thì khi thiết kế xà lan cần:

- Chia xà lan thành nhiều khoang hầm và khi hạ chìm, tiến hành bơm nước vào các khoang theo trình tự từ các khoang ở trung tâm đến các khoang bên ngoài thông qua hệ thống đường ống được lắp đặt sẵn khi chế tạo xà lan.

- Đảm bảo tỷ số:

$$\eta = \frac{S_{tp}}{S_{bd}} > 0,2$$

Trong đó:

$S_{tp}$  - tổng diện tích trụ pin trên mặt bằng;

$S_{bd}$  - tổng diện tích bản đáy xà lan trên mặt bằng.

Ngoài ra, đối với đập Phao liên hợp ngăn các sông lớn trong quá trình hạ chìm chịu tác động lớn của nhiều yếu tố môi trường cùng tác động đồng thời. Do đó, khi hạ chìm cần có sự trợ giúp của hệ thống neo, định vị và các phai tạm chặn ở thượng, hạ lưu các khoang cống để đảm bảo chắc chắn xà lan không bị mất ổn định.

Hệ thống định vị, neo giúp xà lan dịch chuyển trong phạm vi cho phép, hệ thống tời (hoặc xi-lanh) có nhiệm vụ điều chỉnh độ căng của cáp neo cho phù hợp với yêu cầu của từng bước hạ chìm. Còn các phai tạm bịt kín thượng và hạ lưu các khoang cống làm cho xà lan trở thành một thùng kín, khi đó có thể coi hệ số  $\eta = 1$  và độ ổn định của xà lan khi hạ chìm được tăng lên rất nhiều. Để đảm bảo cho xà lan luôn ổn định trong quá trình hạ chìm thì yêu cầu giá trị GM trong công thức (3-12) phải lớn hơn 1 đối với tất cả các hướng nghiêng.

Khi đáy xà lan đã tiếp xúc với kết cấu điều chỉnh cao độ, tiếp tục bơm nước vào các khoang hầm cho đến khi trọng lượng xà lan đặt lên đầu các cọc khổng chế cao độ đạt tới khoảng  $10 \pm 15\%$  lực đẩy nổi thì dừng lại để đo đạc và điều chỉnh lại cao độ của xà lan. Sau đó mới tiến hành các công tác hoàn thiện khác.

#### 3.4.7.5. Liên kết các đơn nguyên với nhau và với nền

Sau khi toàn bộ các đơn nguyên xà lan đã được hạ chìm, lắp đặt vào đúng vị trí thì các khoảng trống giữa đáy xà lan với nền và giữa các đơn nguyên với nhau cần được bịt kín lại để đảm bảo không có dòng thấm đi qua khi công trình làm việc.

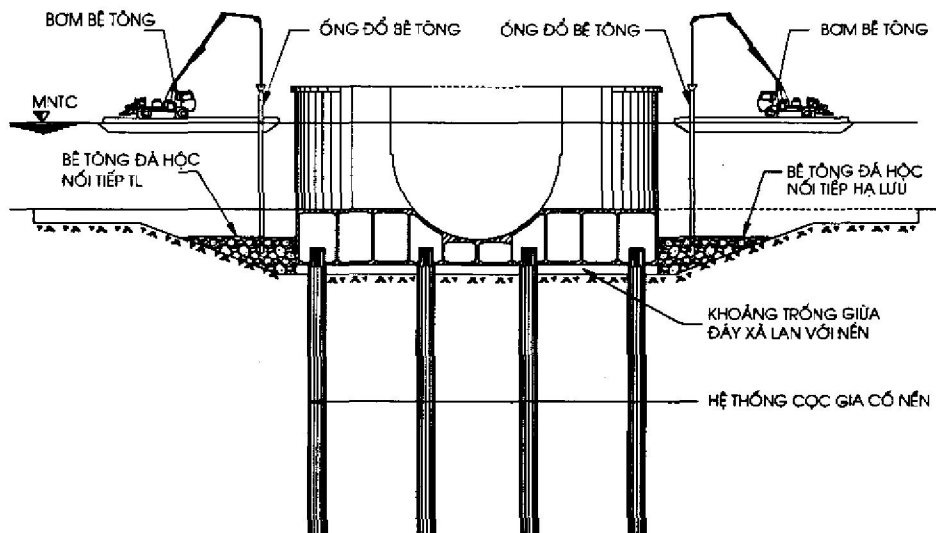
##### *i. Liên kết đáy xà lan với nền*

Sau khi đánh đắm xà lan đúng vị trí, tiến hành công đoạn điền đầy khoảng trống giữa đáy xà lan và nền. Điều kiện là khoảng không gian

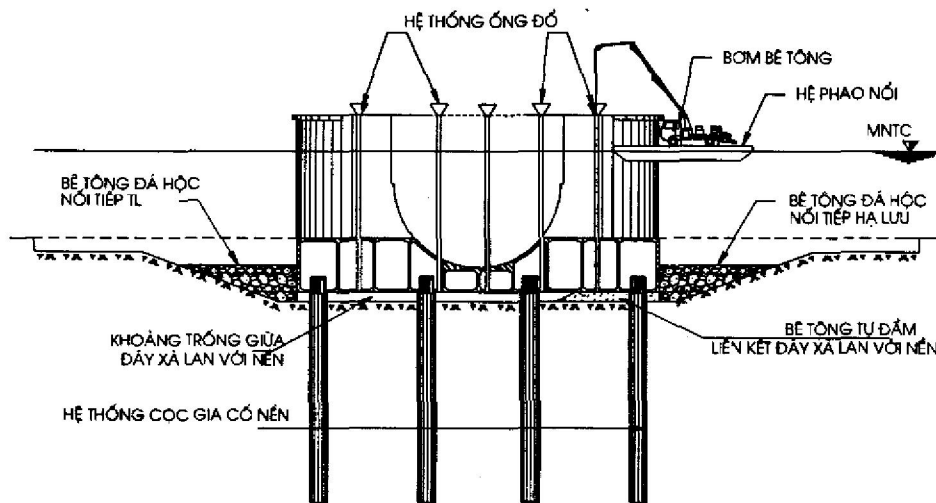


này phải tương đối kín để có thể kiểm soát được chất lượng và vật liệu điền đầy theo đúng yêu cầu thiết kế. Vì vậy, trước khi bơm bê-tông liên kết cần phải làm kín được khu vực mép thượng, hạ lưu của xà lan.

Với khu vực hồ móng mép thượng, hạ lưu của xà lan, có thể sử dụng kết cấu bê-tông đá học đổ trong nước.



**Hình 3.66. Thi công nối tiếp thượng, hạ lưu**



**Hình 3.67. Điền đầy vật liệu liên kết đáy xà lan với nền**

### ***ii. Liên kết giữa các đơn nguyên xà lan với nhau***

Các đơn nguyên được liên kết với nhau bằng vật liệu và khớp mềm để có thể cho phép chuyển vị tương đối nhằm khắc phục một số sai số trong thi công, chế tạo, lắp đặt ở các công đoạn trước đó cũng như hạn chế xuất hiện ứng suất sinh ra do sự lún lệch không đều giữa các đơn nguyên sau khi đưa công trình vào khai thác sử dụng.

## **3.5. CỬA VAN**

Cửa van là một bộ phận quan trọng trong công trình thủy lợi nói chung và công trình kiểm soát triều, ngăn mặn giữ ngọt nói riêng. Nhiệm vụ của cửa van là điều tiết mực nước theo yêu cầu của thực tế sản xuất. Đối với các công trình ngăn sông lớn việc nghiên cứu lựa chọn phương án loại hình kết cấu cửa van và thiết bị đóng mở là một vấn đề hết sức quan trọng, quyết định đến hiệu quả và đảm bảo mục tiêu của dự án trong vận hành và khai thác công trình.

Trên cơ sở tổng quan các loại cửa van khẩu độ lớn đã được áp dụng trong thực tế, chúng tôi đề xuất, lựa chọn, giới thiệu một số loại kết cấu cửa van khẩu độ lớn có thể áp dụng được cho các công trình ngăn sông lớn ở nước ta. Các loại cửa van lớn nên áp dụng cho công trình ngăn sông lớn ở Việt Nam bao gồm cửa van cung nhiều cốt trực, cửa van Clape trực dưới, cửa van phẳng, cửa van phao, cửa van xoay (Segment gate). Các loại cửa van này đều có kết cấu dầm thép liên hợp tạo thành khung dàn thép. Ngoài ra, trong tương lai khi điều kiện cho phép, loại cửa van tự động thủy lực cánh cửa khẩu độ lớn sẽ là loại cửa van áp dụng mang lại hiệu quả nhất.

### **3.5.1. Chức năng nhiệm vụ chính của cửa van**

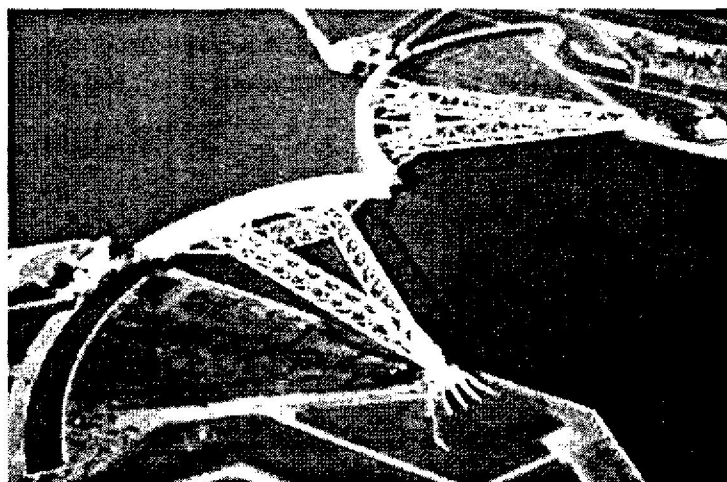
Cửa van là một bộ phận kết cấu quan trọng, liên quan đến độ an toàn và hiệu quả của công trình. Mỗi một công trình đặt ra những yêu cầu, nhiệm vụ và mức độ quan trọng khác nhau. Trong công trình ngăn sông lớn, thì cấp độ yêu cầu cao bởi phạm vi ảnh hưởng và nhiệm vụ của công trình rất lớn, do đó hệ thống cửa van trong quá trình khai thác vận hành đòi hỏi phải đáp ứng rất nhiều nhiệm vụ:

- Ngăn giữ nước phục vụ dân sinh kinh tế, cải tạo cảnh quan môi trường sinh thái;

- Thoát lũ đảm bảo an toàn khi mùa lũ về;
- Đảm bảo điều kiện giao thông thủy qua công trình;
- Đối với các công trình ở các cửa sông có sự xâm nhập mặn thì cửa van phải đáp ứng được yêu cầu chống nước biển dâng do biến đổi khí hậu.

### 3.5.2. Lựa chọn kết cấu cửa van khẩu độ lớn

Trong công trình ngăn sông lớn, cửa van thường rất rộng và có những đặc tính kỹ thuật phức tạp hơn nhiều so với các công trình thông thường. Ngoài vấn đề đảm bảo kết cấu chịu lực, hình thức cửa van còn phải phù hợp với đặc điểm, nhiệm vụ của công trình đồng thời hệ thống thiết bị đóng mở cửa van phải đảm bảo tuyệt đối an toàn trong quá trình vận hành khai thác.



*Hình 3.68. Công Maeslant - Hà Lan*

Từ những mục tiêu cụ thể của công trình như khống chế mực nước, khả năng tiêu thoát, chống sóng triều, đảm bảo giao thông thủy và kết hợp các nguyên lý kết cấu, thủy động lực học, các nhà nghiên cứu đã đề xuất và ứng dụng nhiều loại hình cửa van lớn khác nhau, mỗi loại có một đặc điểm và khả năng đáp ứng nhiệm vụ công trình khác nhau. Dưới đây là một số loại cửa van khẩu độ lớn có thể áp dụng cho các công trình ngăn sông lớn ở Việt Nam.

### 3.5.2.1. Cửa van cung trục đứng (Vertical axis sector gates)

Cửa van cung trục đứng có kết cấu phần động với mặt cắt ngang dạng hình cung. Khi hoạt động, cửa quay quanh trục thẳng đứng đi qua tâm cối quay, lực tập trung về cối trục do vậy cửa van có khả năng chịu lực lớn. Nhưng loại cửa van có hạn chế là mặt bằng bố trí cửa rất lớn và thường chỉ bố trí cho công trình có một khoang thông nước.

Cửa van loại này đã được ứng dụng ở một số công trình như cống Maeslant thuộc dự án Delta - Hà Lan (2 cửa van cung trục đứng có bán kính cửa van 240 m), công trình ngăn sóng bão St. Petersburg - Nga (khẩu độ thoát nước 200 m với hai cửa van cung trục đứng có bán kính 126 m).

### 3.5.2.2. Cửa van lưới trai (Visor gate)

Đây là loại cửa van có hình dạng bán trụ, cánh cửa liên kết cối bản lên hai trụ pin của công trình. Quá trình hoạt động, cửa van quay quanh cối bản lè, khi không ngăn giữ nước cửa quay lên, khi ngăn giữ nước cửa quay xuống.



*Hình 3.69. Công trình ngăn sông Rhine - Hà Lan*



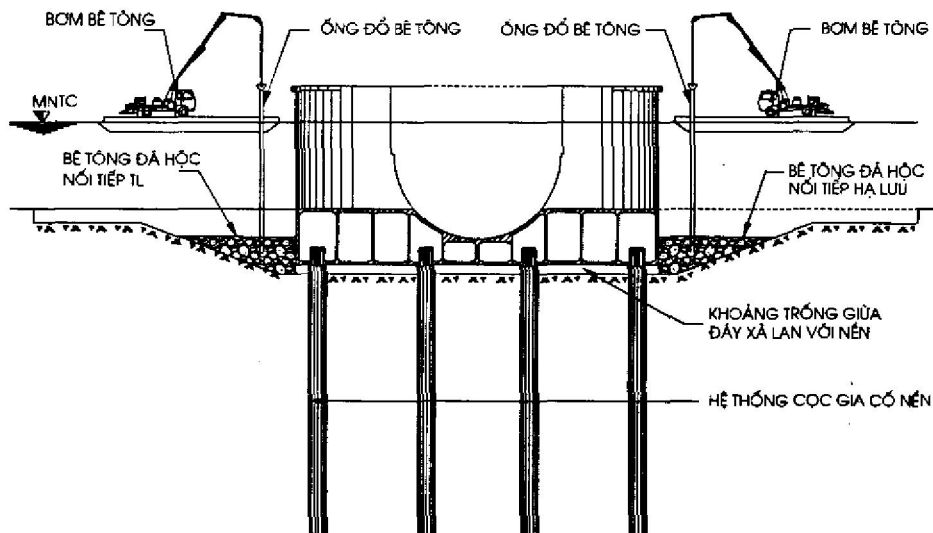
*Hình 3.70. Đập Aji - Nhật Bản*

Loại kết cấu cửa có khả năng chịu lực lớn, khi cửa mở có thể cho tàu thuyền di chuyển qua công trình, lực nâng hạ cửa van công có lợi về lực do quá trình cửa van đóng mở quay quanh cối bản lè cho nên một phần trọng lượng cửa truyền lên cối quay, khi cửa kéo hết hành trình thì trọng lượng cửa van gây ảnh hưởng lên lực kéo càng giảm, quá trình bảo dưỡng cửa van được thực hiện dễ dàng và thuận tiện khi cửa van quay lên trên khỏi mặt nước. Tuy nhiên loại cửa này có hạn chế là cần

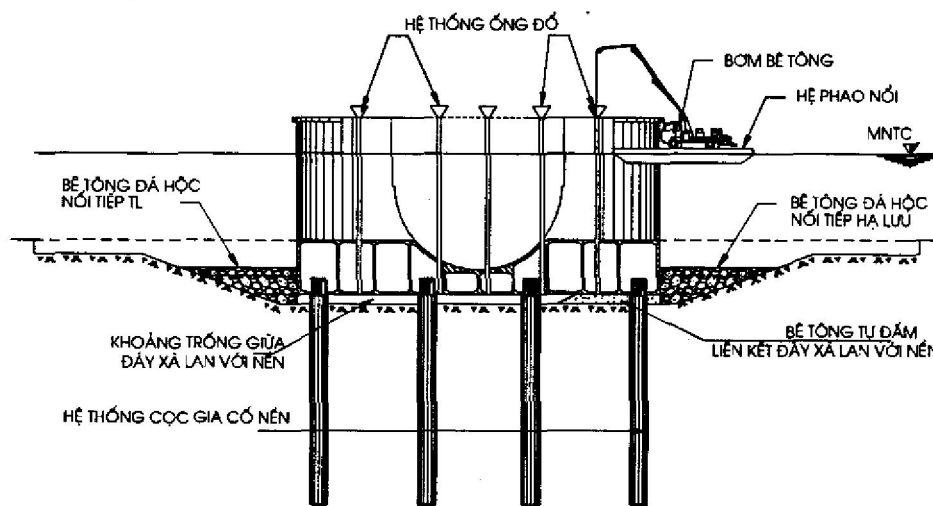


này phải tương đối kín để có thể kiểm soát được chất lượng và vật liệu điền đầy theo đúng yêu cầu thiết kế. Vì vậy, trước khi bơm bê-tông liên kết cần phải làm kín được khu vực mép thượng, hạ lưu của xà lan.

Với khu vực hồ móng mép thượng, hạ lưu của xà lan, có thể sử dụng kết cấu bê-tông đá học đổ trong nước.



**Hình 3.66. Thi công nối tiếp thượng, hạ lưu**



**Hình 3.67. Điền đầy vật liệu liên kết đáy xà lan với nền**

### *ii. Liên kết giữa các đơn nguyên xà lan với nhau*

Các đơn nguyên được liên kết với nhau bằng vật liệu và khớp mềm để có thể cho phép chuyển vị tương đối nhằm khắc phục một số sai số trong thi công, chế tạo, lắp đặt ở các công đoạn trước đó cũng như hạn chế xuất hiện ứng suất sinh ra do sự lún lệch không đều giữa các đơn nguyên sau khi đưa công trình vào khai thác sử dụng.

## **3.5. CỬA VAN**

Cửa van là một bộ phận quan trọng trong công trình thủy lợi nói chung và công trình kiểm soát triều, ngăn mặn giữ ngọt nói riêng. Nhiệm vụ của cửa van là điều tiết mực nước theo yêu cầu của thực tế sản xuất. Đối với các công trình ngăn sông lớn việc nghiên cứu lựa chọn phương án loại hình kết cấu cửa van và thiết bị đóng mở là một vấn đề hết sức quan trọng, quyết định đến hiệu quả và đảm bảo mục tiêu của dự án trong vận hành và khai thác công trình.

Trên cơ sở tổng quan các loại cửa van khẩu độ lớn đã được áp dụng trong thực tế, chúng tôi đề xuất, lựa chọn, giới thiệu một số loại kết cấu cửa van khẩu độ lớn có thể áp dụng được cho các công trình ngăn sông lớn ở nước ta. Các loại cửa van lớn nên áp dụng cho công trình ngăn sông lớn ở Việt Nam bao gồm cửa van cung nhiều cốt trục, cửa van Clape trục dưới, cửa van phẳng, cửa van phao, cửa van xoay (Segment gate). Các loại cửa van này đều có kết cấu dầm thép liên hợp tạo thành khung dầm thép. Ngoài ra, trong tương lai khi điều kiện cho phép, loại cửa van tự động thủy lực cánh cửa khẩu độ lớn sẽ là loại cửa van áp dụng mang lại hiệu quả nhất.

### **3.5.1. Chức năng nhiệm vụ chính của cửa van**

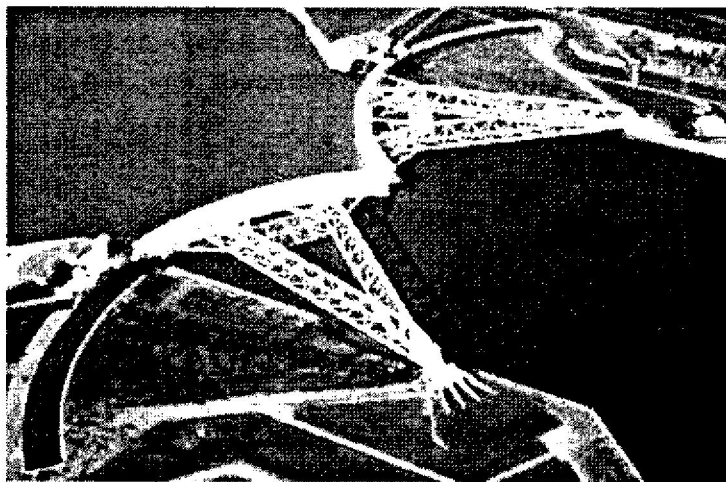
Cửa van là một bộ phận kết cấu quan trọng, liên quan đến độ an toàn và hiệu quả của công trình. Mỗi một công trình đặt ra những yêu cầu, nhiệm vụ và mức độ quan trọng khác nhau. Trong công trình ngăn sông lớn, thì cấp độ yêu cầu cao bởi phạm vi ảnh hưởng và nhiệm vụ của công trình rất lớn, do đó hệ thống cửa van trong quá trình khai thác vận hành đòi hỏi phải đáp ứng rất nhiều nhiệm vụ:

- Ngăn giữ nước phục vụ dân sinh kinh tế, cải tạo cảnh quan môi trường sinh thái;

- Thoát lũ đảm bảo an toàn khi mùa lũ về;
- Đảm bảo điều kiện giao thông thủy qua công trình;
- Đối với các công trình ở các cửa sông có sự xâm nhập mặn thì cửa van phải đáp ứng được yêu cầu chống nước biển dâng do biến đổi khí hậu.

### 3.5.2. Lựa chọn kết cấu cửa van khẩu độ lớn

Trong công trình ngăn sông lớn, cửa van thường rất rộng và có những đặc tính kỹ thuật phức tạp hơn nhiều so với các công trình thông thường. Ngoài vấn đề đảm bảo kết cấu chịu lực, hình thức cửa van còn phải phù hợp với đặc điểm, nhiệm vụ của công trình đồng thời hệ thống thiết bị đóng mở cửa van phải đảm bảo tuyệt đối an toàn trong quá trình vận hành khai thác.



*Hình 3.68. Cống Maeslant - Hà Lan*

Từ những mục tiêu cụ thể của công trình như khống chế mực nước, khả năng tiêu thoát, chống sóng triều, đảm bảo giao thông thủy và kết hợp các nguyên lý kết cấu, thủy động lực học, các nhà nghiên cứu đã đề xuất và ứng dụng nhiều loại hình cửa van lớn khác nhau, mỗi loại có một đặc điểm và khả năng đáp ứng nhiệm vụ công trình khác nhau. Dưới đây là một số loại cửa van khẩu độ lớn có thể áp dụng cho các công trình ngăn sông lớn ở Việt Nam.

### 3.5.2.1. Cửa van cung trục đứng (Vertical axis sector gates)

Cửa van cung trục đứng có kết cấu phần động với mặt cắt ngang dạng hình cung. Khi hoạt động, cửa quay quanh trục thẳng đứng đi qua tâm cối quay, lực tập trung về cối trục do vậy cửa van có khả năng chịu lực lớn. Nhưng loại cửa van có hạn chế là mặt bằng bố trí cửa rất lớn và thường chỉ bố trí cho công trình có một khoang thông nước.

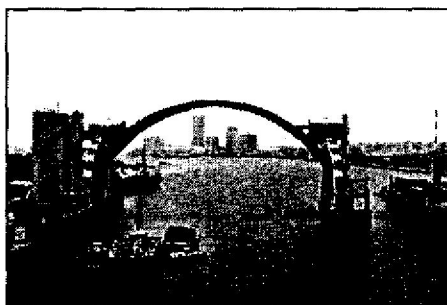
Cửa van loại này đã được ứng dụng ở một số công trình như cống Maeslant thuộc dự án Delta - Hà Lan (2 cửa van cung trục đứng có bán kính cửa van 240 m), công trình ngăn sóng bão St. Petersburg - Nga (khẩu độ thoát nước 200 m với hai cửa van cung trục đứng có bán kính 126 m).

### 3.5.2.2. Cửa van lưới trai (Visor gate)

Đây là loại cửa van có hình dạng bán trụ, cánh cửa liên kết cối bản lên hai trụ pin của công trình. Quá trình hoạt động, cửa van quay quanh cối bản lề, khi không ngăn giữ nước cửa quay lên, khi ngăn giữ nước cửa quay xuống.



*Hình 3.69. Công trình ngăn sông Rhine - Hà Lan*



*Hình 3.70. Đập Aji - Nhật Bản*

Loại kết cấu cửa có khả năng chịu lực lớn, khi cửa mở có thể cho tàu thuyền di chuyển qua công trình, lực nâng hạ cửa van công có lợi về lực do quá trình cửa van đóng mở quay quanh cối bản lề cho nên một phần trọng lượng cửa truyền lên cối quay, khi cửa kéo hết hành trình thì trọng lượng cửa van gây ảnh hưởng lên lực kéo càng giảm, quá trình bảo dưỡng cửa van được thực hiện dễ dàng và thuận tiện khi cửa van quay lên trên khỏi mặt nước. Tuy nhiên loại cửa này có hạn chế là cần

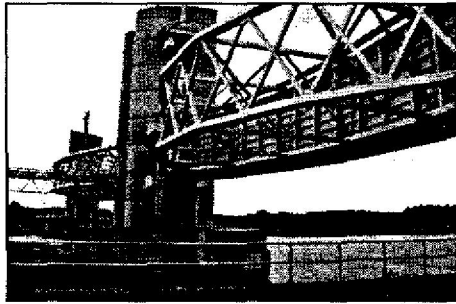


khoảng không gian trụ pin lớn, phần tiếp xúc ở đáy của cửa van công với công trình theo một cung tròn cho nên việc bố trí kết cấu bản đáy công trình phức tạp.

Loại cửa van này đã ứng dụng trong công trình tiêu biểu như ngăn sông Rhine - Hà Lan (2 khoang cửa rộng 54 m), đập AJi - Nhật Bản (công trình được xây dựng để phòng chống lũ cho thành phố Osaka, cửa van được thiết kế với khẩu độ rộng 57 m).

### 3.5.2.3. Cửa van phẳng kéo đứng (Vertical lift gate)

Kết cấu cửa van dạng giàn bản chắn, khi làm việc được nâng lên hạ xuống theo phương thẳng đứng. Loại cửa van này khi ngăn nước cửa hạ xuống và kéo lên cao phía trên không khi không ngăn nước.



*Hình 3.71. Công trình ngăn sông Hartel - Hà Lan*



*Hình 3.72. đập chắn sóng Hollandse IJssel*

Loại cửa van này có độ ổn định cao trong quá trình vận hành, kết cấu cửa là một tổ hợp kết cấu giàn cho nên giảm được trọng lượng của van, thiết bị đóng mở đơn giản, lợi về lực đóng mở, quá trình bảo dưỡng cửa van được thực hiện dễ dàng và thuận tiện khi cửa van được kéo lên khỏi mặt nước. Hạn chế của cửa loại này là khi nâng ảnh hưởng tới không gian của công trình và chắn gió gây ra lực tác dụng lên công trình và đặc biệt khi có gió bão.

Loại cửa này đã ứng dụng vào trong công trình ngăn sông của Hà Lan tiêu biểu là đập Hartel (01 khoang cửa rộng 49,3 m và 01 khoang cửa rộng 98 m), đập chắn sóng Hollandse IJssel (01 khoang cửa rộng 96 m), cống Beernem - Bi (Cửa cao 8,05 m và rộng 17,9 m). Ở Nhật Bản có cống Kamihirai (4 cửa rộng 30 m, trong đó 2 cửa cao 9,2 m và

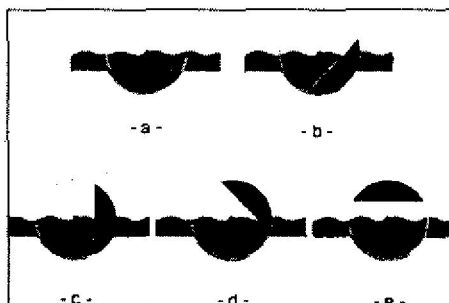
2 cửa còn lại cao 9,5 m); Công Shinanogawa (3 cửa van, mỗi cửa rộng 30 m và cao 24,5 m).

#### 3.5.2.4. Cửa van cung (Radial gates)

Mặt cắt ngang cửa van cung có dạng hình cung tròn, tâm cung là tâm quay của cửa, phần chắn nước là tổ hợp bản mặt lắp ghép lên các kết cấu dầm, thông qua kết cấu giàn càn chuyên lực lên trụ pin thông qua cối quay, với cửa van có khẩu độ lớn thì để đảm bảo điều kiện ổn định và an toàn trong quá trình làm việc của cửa van thì ngoài 2 càn van 2 đầu còn có một số càn van trung gian ở giữa.



**Hình 3.73. Công Haringvliet - Hà Lan**



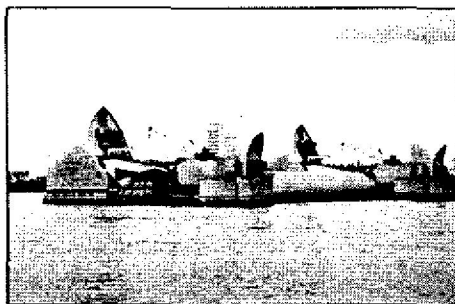
**Hình 3.74. Các trạng thái làm việc cửa van trụ xoay**

Cửa này có khả năng chịu lực lớn, cột nước cao, lực nâng hạ cửa van cung có lợi về lực vì quá trình cửa van đóng mở quay quanh cối bản lề cho nên một phần trọng lượng cửa chuyển lên cối quay, hơn nữa nhờ bản mặt hình cung nên có thể lợi dụng sức nước để giảm lực nâng cửa van. Kết cấu cửa van không quá phức tạp nên khả năng chế tạo và lắp đặt có thể thực hiện được dễ dàng. Quá trình bảo dưỡng cửa van được thực hiện dễ dàng và thuận tiện khi cửa van quay lên trên khỏi mặt nước. Tuy nhiên hạn chế của cửa van loại này là mở quay lên trên chiếm một khoảng không gian của công trình và tạo thành một tấm chắn gió gây ra lực tác dụng lên công trình.

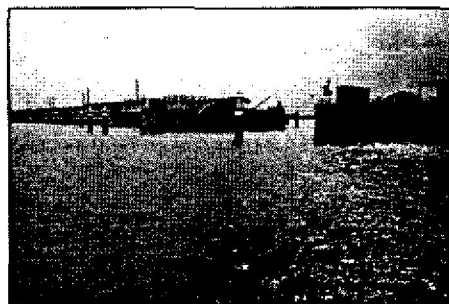
Loại cửa này đã ứng dụng cho một số công trình, tiêu biểu là công trình Haringvliet - Hà Lan (17 khoang bố trí 02 lớp cửa rộng 56 m), Đập Upper Meuse - Bỉ, đập Braddock - Mỹ (4 cửa rộng 33,53 m), đập Iron - Romania (7 cửa rộng 21 m).

### 3.5.2.5. Cửa trụ xoay (Segment gate)

Kết cấu cửa van bằng thép gồm phần chắn nước là một phần hình trụ tròn quanh trục nằm ngang gắn trên hai trụ pin. Cửa vận hành nhờ vào cơ cấu hai xi-lanh thủy lực nối với một khâu bốn khớp và một thanh nối dài. Cửa có thể quay quanh trục nằm ngang trong phạm vi  $180^{\circ}$  và làm việc tại 5 vị trí khác nhau: (a) thân cửa nằm ngang sử dụng khi cần thông thuyền; (b) bản mặt cửa nghiêng  $45^{\circ}$  sử dụng khi chắn sóng và ngăn triều thấp; (c) bản mặt nghiêng  $90^{\circ}$  sử dụng khi ngăn triều và chắn sóng ngăn triều trung bình; (d) bản mặt cửa nghiêng  $135^{\circ}$  sử dụng khi ngăn sóng cao và sửa chữa bảo dưỡng cửa; (e) bản mặt nghiêng  $180^{\circ}$  dùng khi sửa chữa, bảo dưỡng mà vẫn đảm bảo cho các tàu cỡ nhỏ đi qua.



*Hình 3.75. Công trình sông Thames - Anh*



*Hình 3.76. Công trình ngăn sông Ems - Đức*

Cửa van trụ xoay khẩu độ lớn có góc quay làm việc lớn nên cửa đáp ứng được hầu hết các yêu cầu của công trình mà các loại cửa khác không thể làm được, kết cấu cửa cứng và ổn định, không giới hạn chiều cao thông thuyền. Có thể mở rộng khẩu độ cổng lên đến 60 m hoặc hơn nữa.

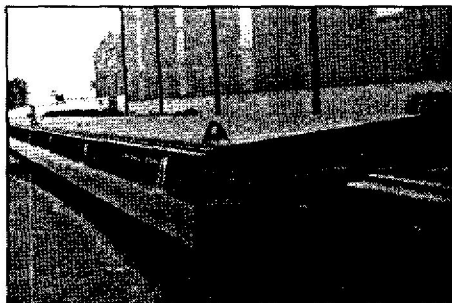
Hạn chế của cửa van trụ xoay khẩu độ lớn là cụm vận hành cửa van phức tạp, hệ thống điều khiển cửa yêu cầu kỹ thuật cao. Gây ra lực tập trung lớn tác dụng lên trụ tại vị trí trục quay, khi ở trạng thái mở để thông thuyền, thân cửa được hạ xuống đáy nên có thể gây bồi lắng.

Cửa trụ xoay đã được ứng dụng trong các công trình như: Công trình ngăn sông Thames - Anh (gồm 4 khoang cửa trụ xoay rộng 61 m, 2 khoang cửa trụ xoay rộng 31,5 m và 4 khoang cửa cung rộng 31,5 m được hoàn thành năm 1982); Công trình ngăn sông Ems - Đức (Gồm 01

cửa van trụ xoay rộng 60 m, 01 cửa cung rộng 50 m và 5 cửa phẳng rộng từ 50 ÷ 62,5 m được hoàn thành năm 2002).

### 3.5.2.6. Cửa van Clape trực dưới

Kết cấu cửa van có dạng kết cấu bản dầm, phía dưới cánh cửa bố trí các cối quay, các cối quay có thể gắn trực tiếp lên bản đáy công trình hoặc lắp trên kết cấu dầm định vị, trường hợp khẩu độ lớn, cửa van được chế tạo dạng hộp phao. Quá trình vận hành, cửa van quay quanh cối quay, khi ngăn giữ nước cửa quay lên và khi tháo nước cửa van quay xuống nằm sát đáy công trình.



*Hình 3.77. Cửa van Thảo Long - Việt Nam*

Loại cửa van này có khả năng chịu lực lớn, lực nâng hạ cửa van có lợi về lực vì quá trình cửa van đóng mở quay quanh cối bản lề cho nên một phần trọng lượng cửa chuyển lên cối quay, nếu cửa dạng phào thì sử dụng được sức đẩy nổi trong nước nên có thể thiết kế đóng mở tự động. Khi mở, cửa van nằm sát đáy công trình cho nên không chiếm mất không gian của công trình.

Hạn chế của loại cửa này là quá trình làm việc của cửa van luôn nằm trong nước cho nên rất khó khăn cho việc bảo dưỡng và sửa chữa, đối với cửa van có kết cấu lớn đòi hỏi cần phải có hệ thống ống thông hơi để giảm lực chân không khi nâng hạ cửa van.

Tiêu biểu ứng dụng cửa van này là công trình ngăn mặn giữ ngọt Thảo Long - Thừa Thiên Huế (15 khoang cửa rộng 31,5 m và 01 khoang âu thuyền rộng 8 m), dạng hộp phao được sử dụng cho công trình chắn sóng Mose - Italia (78 cửa van Clape ở 04 vị trí, kích thước của mỗi mô-đun cửa rộng từ 3,6 m đến 5 m và chiều cao từ 18 m đến 28 m).



Về nguyên tắc, tất cả các loại cửa van trên đều có thể ứng dụng trong công trình ngăn sông lớn ở Việt Nam với bất kỳ công nghệ xây dựng các hạng mục kết cấu thủy công nào (Trụ đỡ, Trụ phao hay Xà lan liên hợp). Căn cứ vào điều kiện thực tế về nhiệm vụ, mục tiêu riêng của mỗi công trình, việc phân tích so sánh lựa chọn các loại cửa van trên nhằm mang lại hiệu quả trong vận hành khai thác công trình là cần thiết.

### 3.6. CẦU GIAO THÔNG

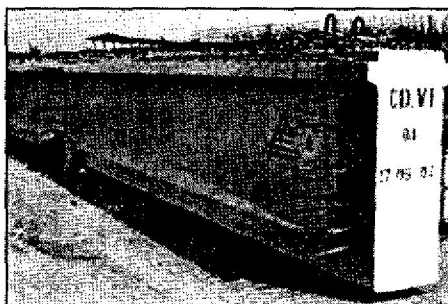
Các công trình ngăn sông lớn xây dựng để ngăn triều, giữ ngọt được thiết kế với kết cấu móng công trình chắc chắn, đảm bảo khả năng chịu lực ngang thường xuyên rất lớn. Vì vậy, số lượng cọc sử dụng cho móng công trình thường dư khả năng chịu lực đứng. Hơn thế, trong tương lai không xa, các công trình cầu vượt sông để phát triển kinh tế là rất cần thiết. Chúng tôi cho rằng nếu có thể, các công trình ngăn sông đều nên kết hợp làm cầu giao thông để tăng hiệu quả đầu tư theo hướng đa mục tiêu của công trình.

Với các công trình ngăn sông lớn đòi hỏi mở rộng khẩu độ khoang cống, việc phân tích và lựa chọn loại và nhịp dầm cầu sao cho kinh tế nhất là vấn đề được đặt ra. Nếu nhịp cầu có chiều dài nhỏ thì khoang cống thông nước sẽ nhỏ, việc bố trí công trình sẽ có nhiều trụ pin, nhiều cửa van hơn, điều này không những làm xấu đi về mỹ quan công trình mà ngược lại giá thành công trình cũng sẽ cao hơn. Để giải quyết vấn đề này, với các công trình ngăn sông lớn theo công nghệ trụ đỡ nên sử dụng loại dầm cầu Super-T nhịp 40 m, tải trọng HL93. Đây là loại dầm cầu được sử dụng khá rộng rãi và phổ biến trong công nghệ thi công cầu giao thông. Ở Việt Nam loại dầm cầu này được dùng nhiều cho các dự án cầu lớn và mang lại hiệu quả kinh tế cao như: Cầu Tân Đệ trên QL10, các nhịp của cầu Mỹ Thuận, cầu Rạch Miễu, cầu Cần Thơ và cầu Thanh Trì v.v...

Cụ thể đối với các kết cấu công trình ngăn sông trước mắt nên lựa chọn các loại nhịp dầm cầu lớn, thông dụng và phù hợp với khả năng thi công của Việt Nam là các loại dầm sau đây:

- Dầm bê-tông dự ứng lực: là loại dầm phổ biến trong công nghệ thi công cầu, được đúc sẵn với các dạng cắt ngang khác nhau như:

T, I... chiều dài đơn nguyên dầm và sức chịu tải khác nhau như: H8, H13, H30, chiều dài lớn nhất hiện nay là nhịp 33 m.



**Hình 3.78. Dầm BTCT dự ứng lực chữ T**      **Hình 3.79. Dầm BTCT dự ứng lực chữ I**

- Dầm Super-T: Là dầm bê-tông dự ứng lực căng trước, đặc điểm của loại dầm này là các thành dầm rất mỏng, ít dầm ngang, bê-tông có độ linh động cao và cường độ lớn. Chiều dài dầm Super-T được phát triển lên đến 40 m, tải trọng HL93 và đặc biệt đầu dầm làm khác để che phần nhô ra của xà mũ trụ, tạo mỹ quan cho công trình. Dầm Super-T có thể được đúc sẵn tại bãi đúc hoặc thi công đúc tại hiện trường. Việc thi công lao lắp loại dầm này là tương đối nhanh và đơn giản.

Đối với những nhịp cầu đặc biệt như nhịp thông thuyền thì có thể sử dụng dầm cầu thép tổ hợp dài tới 120 m.

Đối với các công trình ngắn sông lớn trong trường hợp muốn mở rộng nhịp cầu lớn có thể kết hợp cả 2 công nghệ:

- Xây dựng cầu với nhịp lớn bằng công nghệ đúc hẫng, dây văng v.v...;
- Xây dựng công trình thủy lợi bằng công nghệ xà lan liên hợp.

Trong trường hợp này, kết cấu giao thông (cầu) và thủy lợi (cổng) có tính độc lập với nhau khá cao.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Báo cáo tổng kết KHKT đề tài “Nghiên cứu công nghệ để thiết kế, xây dựng công trình ngăn sóng lớn vùng triều”, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.
2. GS. TS. Ngô Trí Viêng và nnk., *Giáo trình thủy công tập II*, 2004.
3. GS. TS. Vũ Công Ngữ, ThS. Nguyễn Thái, *Móng cọc phân tích và thiết kế* - NXB. Khoa học và Kỹ thuật, 2004.
4. Lê Đức Thắng - *Tính toán móng cọc* - NXB. GTVT., 1998.
5. Trương Đình Dụ và nnk., *Báo cáo đề tài KC12-10 phân đập xà lan*, 1995.
6. Trương Đình Dụ, Trần Đình Hoà, Trần Văn Thái và nnk., *Báo cáo dự án sản xuất thử nghiệm đập xà lan di động*, 2005.
7. Joseph E. Bowles, *Foundation analysis and design*, McGraw - hill international editions, 1997.
8. W. van Aalst, *The Closure of Tidal Basins*, Delft university Press, 1987.
9. Ministry of transport, public work and water management, *Design plan Oosterscheduledam storm, surge barrier*, 1994.
10. Ricardo Dobry, Tarek H. Abdoun and Thomas D. O'Rourke, *Centrifuge-Based Evaluation of Pile Foundation Response to Lateral Spreading and Mitigation Strategies*
11. *Design and construction of driven pile foundations*. US department of transportations, 1998.
12. J. Kerstma, P. A. KolKman, *Water quality control at shiplock*, 1994.
13. Malcolm J. Bowman, Brian Colle, Roger Flood, *Hydrologic feasibility of storm surge barrier to protect the metropolitan New York*, 3/2005.
14. PhD. Shamsheer Prakash, Hari D. Sharma, *Pile foundations in engineering practice - Móng cọc trong thực tế xây dựng*, NXB. Xây Dựng, 1999.
15. *User' guide SEEP/W, SIGMA/W, SLOPE/W* Version 5.15, GEO-SLOPE International Ltd.

# CÔNG TRÌNH NGẮN SÔNG LỚN VÙNG VEN BIỂN

---

Chịu trách nhiệm xuất bản:  
NGUYỄN CAO DOANH

Phụ trách bản thảo:  
PHẠM KHÔI - HOÀNG NAM BÌNH

Trình bày bìa:  
NGỌC NAM

## **NHÀ XUẤT BẢN NÔNG NGHIỆP**

167/6 - Phương Mai - Đống Đa - Hà Nội  
ĐT: (04) 38 524 506 / 38 523 887 Fax: (04) 35 760 748  
Email: NXB.Nongnghiep.BT3@gmail.com

## **CHI NHÁNH NXB NÔNG NGHIỆP**

58 Nguyễn Bình Khiêm - Q.1, TP. Hồ Chí Minh  
ĐT: (08) 38 297 157 / 38 299 521 Fax: (08) 39 101 036

Mã số:  $\frac{63-630}{NN-2008} - \frac{51}{78} - 08$

---

In 320 bản khổ 16 × 24 cm tại Công ty TNHH Đông Thiên. Giấy chấp nhận đăng ký kế hoạch xuất bản số 962-2008/CXB/51-78/NN do Cục Xuất bản cấp ngày 15/10/2008. In xong và nộp lưu chiểu quý I/2009.