

# CƠ SỞ KHOA HỌC VÀ THỰC TIỄN LỰA CHỌN KÍCH THƯỚC KHỐI ĐỔ ĐẬP BÊ TÔNG TRỌNG LỰC

TS. Nguyễn Hữu Huế

Bộ môn Công nghệ và Quản lý xây dựng  
Đại học Thủy lợi

**Tóm tắt:** Phân chia và xác định kích thước khoảng đổ là vấn đề rất quan trọng trong thi công bê tông khối lớn. Đặc biệt là đối với đập bê tông trọng lực có chiều cao, chiều dài hàng chục đến hàng trăm mét, phải đổ một lượng bê tông hàng chục nghìn đến hàng triệu m<sup>3</sup> bê tông. Đập thường được thiết kế thành nhiều khoang liên kết bởi khớp nối. Dù có chia nhỏ, nhưng mỗi khoang cũng thường hàng nghìn m<sup>3</sup> bê tông. Không thể thi công liên tục trong từng khoang, nên phải chia thành những khoảng có kích thước phù hợp với kết cấu đập, đảm bảo năng suất, tiến độ và đảm bảo không chế nhiệt độ trong quá trình thi công. Việc lựa chọn kích thước khoảng đổ bê tông hợp lý có ý nghĩa rất lớn đến kinh tế và kỹ thuật công trình. Việc tăng kích thước khoảng đổ sẽ đẩy nhanh tiến độ thi công, giảm chi phí lắp đặt ván khuôn và xử lý khe thi công.

## 1. Đặt vấn đề

Việc phân chia khoảng đổ và quyết định kích thước khoảng đổ là một vấn đề hết sức quan trọng và phức tạp. Nó không những ảnh hưởng tới tiến độ thi công, giá thành công trình, mà còn trực tiếp ảnh hưởng tới chất lượng, tính toàn vẹn và tuổi thọ công trình. Với kích thước khoảng đổ quá lớn, không phù hợp với cường độ đổ bê tông, sẽ sinh khe lạnh, hoặc khoảng đổ quá cao thì việc dựng lắp và tháo dỡ ván khuôn gặp khó khăn, quá trình tỏa nhiệt trong bê tông sẽ khó khăn, nhiệt tích lũy trong khoảng sẽ lớn dẫn tới ứng suất nhiệt sinh ra lớn,... hoặc kích thước khoảng đổ nhỏ quá thì khe thi công quá nhiều, tốn nhiều công, tốn thời gian dựng lắp ván khuôn và xử lý khe thi công, làm chậm tiến độ thi công. Vậy phương án dẫn dòng có sử dụng đập bê tông để phục vụ dẫn dòng thi công thì việc phân khoảng, phân đợt ngoài những yêu cầu chung còn phải bảo đảm các tiêu chí khi dẫn dòng thi công.

## 2. Cơ sở để phân chia khoảng đổ

Việc phân chia kích thước khoảng đổ là một vấn đề phức tạp, ảnh hưởng đến kinh tế và kỹ thuật trong công nghệ thi công bê tông khối lớn. Các cơ sở chủ yếu để quyết định kích thước khoảng đổ bao gồm:

- Đặc điểm kết cấu công trình;

- Thành phần cấp phối bê tông;
- Tính chất của xi măng;
- Năng suất của trạm trộn và công cụ vận chuyển bê tông;
- Phương pháp đổ bê tông;
- Đặc điểm khí hậu vùng xây dựng công trình;
- Phương pháp không chế nhiệt độ.

Kích thước khoảng đổ phải đảm bảo nguyên tắc cơ bản không sinh ứng suất nhiệt, nhưng lại phải đảm bảo được tiến độ thi công nhanh, ít khe thi công phải xử lý, ít công lắp dựng ván khuôn... Đây là bài toán khó đối với mỗi công trình, đặc biệt là những công trình lớn có kết cấu phức tạp, thời gian thi công nhanh.

## 3. Các nhân tố ảnh hưởng đến việc phân chia khối đổ đập bê tông trọng lực.

### 3.1. Tính chất của xi măng

Xi măng dùng cho bê tông khối lớn nên chọn một trong các loại sau đây:

1) Xi măng Pooc lăng thông thường có hàm lượng C<sub>3</sub>A (tricanxi aluminat) không quá 8%, tổng hàm lượng (C<sub>3</sub>A + C<sub>3</sub>S) không quá 58%; hoặc có lượng nhiệt thủy hoá sau 7 ngày không quá 70cal/g.

2) Xi măng ít tỏa nhiệt: có hàm lượng C<sub>3</sub>A không quá 7% và hàm lượng C<sub>3</sub>S không quá 35%; hoặc có lượng nhiệt thủy hoá sau 7 ngày

không quá 60Cal/g.

Nhiều công trình bê tông khối lớn của chúng ta đang và sẽ xây dựng đều nằm ở vùng có nhiệt độ biến đổi trong năm rất lớn. Vì vậy đối với các công trình có yêu cầu đặc biệt về an toàn và chống thấm, thì cần phải dùng xi măng ít toả nhiệt, mặc dù việc sản xuất loại xi măng ít toả nhiệt có thể gặp những khó khăn nhất định về công nghệ. Ở nước ta đã ban hành tiêu chuẩn nhà nước TCVN 6069: 1995 về xi măng ít toả nhiệt

3) Xi măng Pooc lăng puzolan có hàm lượng puzolan từ: 15 ÷ 40% trọng lượng xi măng, hoặc xi măng Pooc lăng xi lò cao có hàm lượng xi lò cao từ: 25÷70% trọng lượng xi măng.

Hiện nay ở nước ta đã có xi măng Sao Mai với 35% puzolan, nhiệt thủy hóa sau 7 ngày là 47,5cal/g, được sản xuất để dùng cho bê tông tại đập Lòng Sông (Bình Thuận) nhằm khống chế sự toả nhiệt khá hiệu quả. Thực chất đó là một loại xi măng Pooc lăng puzolan.

4) Xi măng Pooc lăng hỗn hợp PCB được chế tạo từ clanhke xi măng Pooc lăng và phụ gia khoáng (có thể tới 40%). Phụ gia khoáng có thể gồm phụ gia khoáng hoạt tính và không hoạt tính. Xi măng PCB nhằm phù hợp với TCVN 6260: 1997.

### 3.2. Cấp phối bê tông

Cấp phối bê tông khối lớn được thiết kế như đối với bê tông nặng thông thường. Ngoài ra, trong quá trình thiết kế thành phần cấp phối bê tông khối lớn cần đảm bảo những yêu cầu sau đây:

1) Phải đảm bảo đạt được bê tông có cường độ, độ bền lâu và độ chống thấm đạt yêu cầu thiết kế. Ngoài ra bê tông phải đạt yêu cầu về độ công tác để dễ thi công, có hàm lượng xi măng ít nhất có thể và sự tăng nhiệt độ của bê tông sau khi đổ là nhỏ nhất.

2) Với trang thiết bị thi công hiện có, cần thiết kế thành phần bê tông với độ sụt thấp nhất đến mức có thể.

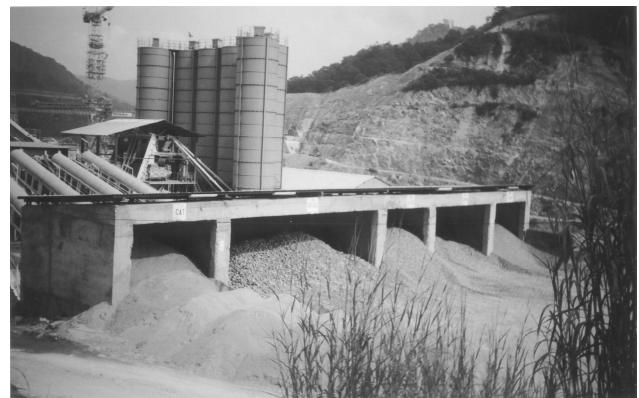
3) Đối với các công trình bê tông khối lớn có nhu cầu chịu lực muộn hơn 28 ngày tuổi như đối với các đập bê tông trọng lực, nên chọn mác bê tông thiết kế ở tuổi 60, 90, 180 ngày đến 1

năm nhằm giảm lượng dùng xi măng trong bê tông và từ đó giảm lượng toả nhiệt của bê tông sau khi đổ.

4) Đối với những công trình có điều kiện thì nên sử dụng kỹ thuật đầm lăn (bê tông đầm lăn RCC) để thi công bê tông, khi đó việc thiết kế thành phần bê tông đầm lăn sẽ cho phép giảm đáng kể lượng dùng xi măng.

### 3.3. Trộn bê tông

Máy trộn bê tông khối lớn phải có khả năng xả bê tông với độ sụt thấp thật nhanh và phân bố đều cốt liệu lớn khắp mẻ trộn. Để đáp ứng được yêu cầu này ta nên dùng các máy trộn nghiêng lớn đặt trong các nhà máy trung tâm cố định. Dung tích phổ biến nhất của thùng trộn là 3m<sup>3</sup>; các máy trộn nhỏ khoảng 1,5m<sup>3</sup> và lớn khoảng 9m<sup>3</sup> cũng cho kết quả tốt. Các máy trộn loại tua bin có thể được sử dụng cho bê tông khối lớn chứa cốt liệu D<sub>max</sub>=76mm. Một số kinh nghiệm ở châu Âu và Trung Quốc cho thấy với bê tông có cốt liệu cỡ lớn nhất D<sub>max</sub>=100mm, việc trộn sẽ đạt hiệu quả cao khi dùng máy trộn liên tục.



Hình 4. Trạm trộn bê tông lạnh tại công trình Sê San 3, công suất 250m<sup>3</sup>/h

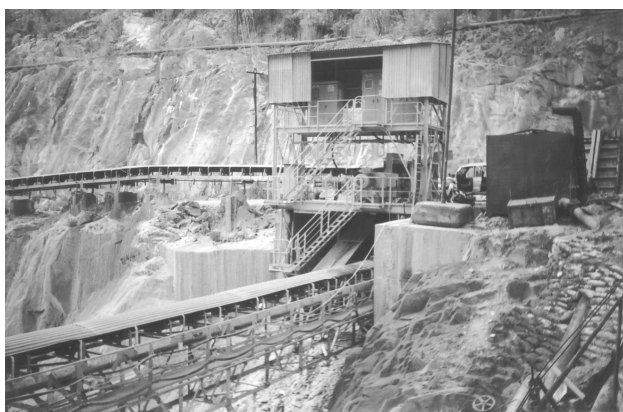
Thời gian trộn được kéo dài hoặc rút ngắn phụ thuộc vào các kết quả thử nghiệm vận hành máy trộn thực tế tại công trình. Thời gian trộn được khống chế tốt nhất bởi một thiết bị định giờ để đảm bảo đủ thời gian trộn yêu cầu.

Trong quá trình trộn, mẻ trộn phải được giám sát chặt chẽ để đảm bảo độ sụt của bê tông đúng như yêu cầu. Người vận hành và người kiểm tra đều phải chú ý và tinh táo. Tốt nhất là người vận hành nên đứng ở những vị trí có thể nhìn thấy mẻ trộn trong máy trộn và có thể đánh giá xem

liệu độ sụt của nó có chính xác không. Nếu độ sụt thấp do cốt liệu bất chợt bị khô hơn tính toán, người vận hành có thể ngay lập tức bù thêm vào một ít nước nữa để có độ sụt yêu cầu. Nếu không có sự trông coi máy trộn như vậy, thì người kiểm tra có thể xem xét mẻ trộn khi vừa được trút ra. Từ đó người vận hành có thể biết được bất cứ sự thay đổi nào ở các mẻ trộn trước và từ đó điều chỉnh nước ở mẻ tiếp theo. Một hệ thống thiết bị đo độ ẩm của cát sẽ trợ giúp trong việc điều chỉnh lượng nước thích hợp.

### 3.4. Vận chuyển bê tông

Bê tông được vận chuyển đến công trình bằng xe trộn, ống bơm, băng chuyền, thùng chứa đặt trên phương tiện vận chuyển. Khi vận chuyển bằng ống bơm hoặc băng chuyền, thì cần có biện pháp che chắn để bê tông không bị nóng lên bởi bức xạ mặt trời.



Hình 5. Sơ đồ vận chuyển vữa bê tông bằng băng tải tại đập Sê San 3

Việc lựa chọn thiết bị để vận chuyển và đổ bê tông khối lớn phụ thuộc vào đường kính hạt lớn nhất của cốt liệu thô. Bê tông trong các đập bê tông trọng lực thường chứa các hạt cốt liệu thô có  $75\text{mm} \leq D_{\max} \leq 300\text{mm}$ , nên nếu chọn thiết bị vận chuyển không phù hợp hoặc đường vận chuyển không đảm bảo yêu cầu kỹ thuật thì bê tông rất dễ bị phân tầng khi chuyển động. Để hạn chế phân tầng có thể sử dụng các thùng dung tích từ  $1,5 \div 9,0\text{m}^3$ . Đối với bê tông chứa cốt liệu thô  $\geq 75\text{mm}$ , thì kích cỡ thùng trộn từ  $3,0 \div 6,0\text{m}^3$  được dùng phổ biến, bởi vì các thùng nhỏ hơn không xả kịp khi cần và mỗi lần phân phối thì lại quá nhỏ không thể làm việc tốt với

một hệ thống đổ bê tông năng suất cao. Mặt khác với thùng chứa  $9\text{m}^3$  thì cần bố trí các cổng xả để khống chế mỗi vị trí xả không quá  $3\text{m}^3$  để tiết kiệm công san bê tông và để đảm bảo chắc chắn sự đầm rung sẽ rộng và sâu ở trung tâm của các đồng này và những điểm tiếp xúc với các lớp đã được đổ từ trước.

Đổ bê tông khối lớn bằng băng tải hầu hết đều rất thành công và kinh tế khi  $D_{\max} \leq 100\text{mm}$ . Điểm xả từ băng tải phải được quản lý để bê tông được xả thành bê tông tươi và ngay lập tức được đầm rung để ngăn ngừa đổ đồng quá dày.

Vận chuyển bê tông với chiều dài ngắn thì diện tích khối đổ có thể lớn hơn, bố trí trạm trộn gần khối đổ để tăng thể tích khối giảm số lượng khối đổ.

### 3.5. Lựa chọn thời gian đổ giãn cách các khoảng đổ

Lựa chọn thời gian chờ để đổ tiếp khoảng phía trên, thông thường không ít hơn  $6 \div 7$  ngày đêm vào mùa hè và  $5 \div 6$  ngày đêm vào mùa đông tính từ lúc đổ xong khoảng phía dưới. Tức là nên đổ khoảng thứ hai sau khi nhiệt độ trong khoảng đổ thứ nhất bắt đầu hạ thấp là đạt yêu cầu. Trong đó: đối với các khoảng đổ sát móng hoặc ở dưới sâu thì nên chọn trị số lớn, đối với các khoảng ở phần trên của đập và trên cao, thì nên chọn trị số nhỏ. Trong trường hợp có các biện pháp nhân tạo (hạ thấp nhiệt độ ban đầu của hỗn hợp bê tông, dùng ống nước làm mát,...) để khống chế nhiệt độ của bê tông và ứng suất nhiệt, thì thời gian cách quãng có thể được rút ngắn hơn các trị số nói trên, nhưng luôn phải đảm bảo trị số nhiệt độ hoặc ứng suất nhiệt luôn nhỏ hơn trị số khống chế cho phép đã tính toán.

Đối với các công trình ở Miền Trung, thời gian đổ giãn cách các khoảng đổ không nên chọn lớn quá ( $\geq 10$  ngày), vì chúng không có ý nghĩa đến việc khống chế nhiệt và ứng suất nhiệt, tiến độ thi công lại chậm. Mặt khác, khi thi công đập bê tông vào đông, thời gian để toả nhiệt từ bề mặt khoảng cũng không nên kéo dài quá, vì bề mặt khoảng đổ chịu tác động của sự thay đổi nhiệt độ môi trường xung quanh có thể

phát sinh nứt bề mặt.

Tại những công trình mà các quy trình không chế nhiệt và phòng ngừa nứt do nhiệt đã được lựa chọn, muốn đạt được tiến độ thi công tốt nhất, cần chọn thời gian đổ giãn cách các khoảng đổ đều đặn và với một khoảng thời gian giãn cách ngắn nhất cho phép, với sự chênh lệch độ cao ít nhất giữa các khối bên cạnh.

### 3.6. Phương pháp đổ bê tông

Việc đổ bê tông theo lớp được tổ chức sao cho diện tích bề mặt lớp đang đổ là nhỏ nhất để giảm bớt sự làm nóng thêm bê tông do thời tiết nóng và giảm diện tích bị ảnh hưởng bởi trời mưa. Với đập bê tông trọng lực thường chọn phương pháp đổ bậc thang, chiều rộng mỗi bậc khoảng 1,5m. Việc đổ được tiến hành theo từng bậc thang từ một đầu của khối cho tới đầu kia và cho đến khi khoảng đổ đầy bê tông và việc đổ theo lớp kết thúc. Việc đổ bê tông vào từng bậc có thể dùng băng tải hoặc cần cầu để cầu các thùng chứa có dung tích từ  $3\div 6\text{m}^3$  là tốt nhất để tiết kiệm công san. Cần đảm bảo độ cao của miệng xả tới mặt bê tông đang đổ là nhỏ nhất để tránh phân tầng.

### 3.7. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến việc phân chia khối đổ

Do điều kiện nhiệt độ thay đổi mà nhiều công trình bê tông có hiện tượng nứt ngang, nhất là các công trình bê tông khối lớn ở giai đoạn ngay sau khi thi công. Đầu thế kỷ 20, vấn đề quá trình thay đổi nhiệt trong thân đập bê tông và hậu quả của nó chưa được nghiên cứu sâu, hiểu biết nhiều, vì thế trong thiết kế cũng như thi công thiếu sự chú ý cần thiết. Sau đó, qua thực tế phát hiện trong thân đập xuất hiện nhiều khe nứt có tính chất không giống nhau và đã xác định được ứng suất nhiệt là nguyên nhân chủ yếu làm xuất hiện khe nứt ở đập bê tông khối lớn, từ đó mới bắt đầu đi sâu nghiên cứu vấn đề thay đổi nhiệt độ, vấn đề ứng suất nhiệt và biện pháp khống chế nhiệt. Thực tế trên thế giới đã thu được rất nhiều thành tựu và đặt ra yêu cầu trong thiết kế bất kỳ một đập bê tông đầm lặn nào đều phải đặt vấn đề biện pháp chống nứt và khống chế nhiệt là một nội dung quan trọng để phân chia khối đổ. Thực tế cho thấy nhiệt trong công trình phụ

thuộc vào sự dao động nhiệt độ của môi trường bên ngoài như nước, không khí, khi thi công còn có nguồn nhiệt từ sự toả nhiệt của xi măng trong quá trình thủy hoá.

Thiết kế phân chia khối đổ trong bê tông khối lớn là một bước quan trọng, nó góp phần quan trọng trong việc bảo đảm chất lượng đổ bê tông, hợp lý hoá phương án thi công, tiêu chuẩn khống chế nhiệt, triệt tiêu các vết nứt của đập, nhất là các vết nứt có tính chất nguy hiểm đối với sự ổn định thấm của đập.

Đập bê tông sau khi đổ, nhiệt độ có sự thay đổi phức tạp làm cho nhiệt độ phát sinh thay đổi, nguyên nhân chính là:

- Bê tông trong thời kỳ xi măng hoá cứng, thủy hoá nhiệt phát tán làm cho nhiệt độ trong bê tông tăng lên cao;

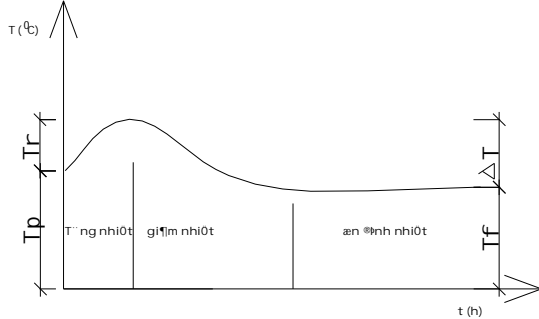
- Nhiệt độ khi bê tông đã đổ vào khối đổ và nhiệt độ môi trường xung quanh (*chủ yếu là nhiệt độ không khí, bức xạ mặt trời, thậm chí là nước khi mực nước thượng lưu dâng lên phía thượng lưu*) không giống nhau, từ đó tồn tại sự chênh lệch nhiệt độ ban đầu làm cho nhiệt độ thay đổi;

- Nhiệt độ vật môi giới xung quanh phát sinh thay đổi hoặc do nhiệt độ không khí khi đổ bê tông thay đổi đến nhiệt độ ổn định, hoặc thay đổi theo chu kỳ. Do những nguyên nhân ở trên, giữa các điểm trong nội bộ khối bê tông, giữa các vật môi giới xung quanh và bê tông đều tồn tại bậc thang nhiệt độ. Nhiệt độ sẽ lưu động, chuyển dịch, nhiệt độ cũng theo đó có sự biến hoá phức tạp. Nó là hàm số của tọa độ và thời gian. Tức là  $T = T(x, y, z, t)$ .

Các nghiên cứu lý thuyết, kết hợp với các tài liệu quan trắc được trên các công trình cho thấy diễn biến nhiệt độ trong bê tông phụ thuộc vào các yếu tố chính như sau: Hàm lượng xi măng trong  $1\text{m}^3$  bê tông; tính chất thủy hoá của xi măng được sử dụng trong khối đổ; tính chất toả nhiệt của bê tông; tính chất cốt liệu; điều kiện môi trường xung quanh.

Trong quá trình bê tông đông cứng xi măng thủy hoá sinh ra lượng nhiệt rất lớn, làm cho nhiệt độ trong khối bê tông tăng cao. Do tính dẫn nhiệt của bê tông kém nên nhiệt lượng sinh

ra tập trung vào bên trong khối đổ, làm tăng nhiệt độ trong khối bê tông, gây ra sự chênh lệch nhiệt độ bên trong và ngoài khối bê tông. Theo thời gian, nhiệt độ trong khối bê tông sẽ giảm dần tới một nhiệt độ ổn định nào đó (trùng khớp với nhiệt độ môi trường).



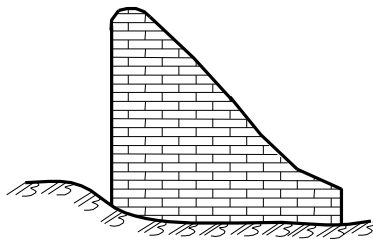
Hình 6. Đường biểu thị thay đổi nhiệt độ trong bê tông

Quá trình thay đổi nhiệt độ của bê tông khối lớn có thể chia làm 3 thời kỳ đó là: thời kỳ tăng nhiệt, thời kỳ giảm nhiệt và thời kỳ ổn định. Từ hình 6 nhận thấy nhiệt độ cao nhất của bê tông đạt trị số lớn nhất  $T_{max}$  bằng nhiệt độ trong bê tông đúc  $T_p$  cộng với nhiệt độ phát nhiệt lớn nhất của xi măng  $T_r$ . Từ nhiệt độ  $T_p$  đến  $T_{max}$  là thời kỳ tăng nhiệt. Sau khi nhiệt độ trong khối bê tông đạt tới nhiệt độ  $T_{max}$  thì nhiệt độ trong khối bê tông sẽ giảm dần, giai đoạn này gọi là thời kỳ giảm nhiệt, cuối cùng nhiệt độ trong khối bê tông đạt tới độ ổn định nhất định tương ứng với nhiệt độ môi trường xung quanh.

#### 4. Các phương pháp phân chia khối đổ đập bê tông trọng lực

##### 4.1.1. Hình thức xây gạch

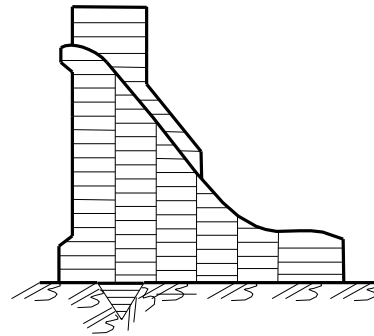
Các khoảng đổ bố trí như xây gạch, khe thi công ngang chạy suốt từ thượng lưu về hạ lưu, khe thi công đứng so le. Phương pháp này có ưu điểm là xử lý khe thi công đơn giản, bảo đảm tốt tính chính thể cho công trình, nhưng tổ chức thi công phức tạp, tốc độ thi công chậm, ngày nay ít dùng.



Hình 1. Hình thức xây gạch

##### 4.1.2. Hình thức hình trụ

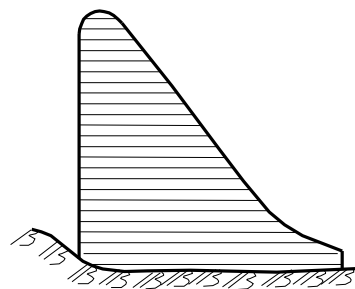
Khe thi công đứng chạy suốt từ trên xuống dưới, khe ngang so le. Phương pháp này có ưu điểm là tỏa nhiệt dễ dàng, thi công thuận tiện, có thể dùng ván khuôn tiêu chuẩn, dễ khống chế độ co ngót, biến dạng cho phép... Nhược điểm là xử lý khe thi công phức tạp thậm chí làm chậm thời gian đưa công trình vào sử dụng, khối lượng công tác ván khuôn lớn. Tuy nhiên hình thức này được sử dụng rộng rãi để xây dựng đập bê tông khối lớn.



Hình 2. Hình thức hình trụ

##### 4.1.3. Hình thức lên đều

Ngoài khe kết cấu chỉ có khe thi công nằm ngang suốt từ thượng lưu về hạ lưu, không có khe thi công đứng. Phương pháp này có ưu điểm là khối lượng ván khuôn giảm, xử lý khe thi công ít vì thế có thể sớm đưa công trình vào sử dụng. Nhược điểm là diện tích khoảng đổ lớn, khó bảo đảm chất lượng. Phương pháp này thường dùng để thi công các đập có mặt cắt nhỏ đập bê tông trọng lực cột nước thấp, đập tràn và đập vòm.



Hình 3. Hình thức lên đều

#### 5. Lựa chọn kích thước khoảng đổ bê tông hợp lý

Xu thế phân khoảng trong thi công hiện nay là áp dụng phương pháp hình trụ hoặc lên đều.

Kích thước khoảng đổ, đặc biệt là chiều cao

(H) của khoảng đổ, có ý nghĩa rất lớn đến kinh tế và kỹ thuật công trình. Việc tăng kích thước khoảng đổ sẽ đẩy nhanh tiến độ thi công, giảm chi phí lắp đặt ván khuôn và xử lý khe thi công.

Theo quan điểm xây dựng, chiều cao của khoảng càng lớn thì số khe nối thi công càng ít dẫn đến chi phí xử lý khe thi công càng ít, tiến độ thi công sẽ nhanh. Chẳng hạn với các khoảng cao 2,0m, thì số khe nối chỉ bằng 3/4 số khe nối trong trường hợp các khoảng cao 1,5m.

Qua tính toán và theo kết quả đo đạc ở công trình Tân Giang cùng với kết quả thí nghiệm hiện trường ở công trình Lòng Sông, thì khoảng càng thấp (H nhỏ), nhiệt thủy hoá phát ra càng nhanh, nhưng khi chiều cao của khoảng càng tăng (H lớn), nhiệt toả ra từ bề mặt rất chậm.

Từ quan điểm trên cùng với kinh nghiệm ở công trình Thạch Nham, cũng như số liệu đo đạc ở công trình Tân Giang và thí nghiệm hiện trường ở công trình Lòng Sông đã chọn chiều cao khoảng đổ của đập Lòng Sông là  $H = 2\text{m}$ ;  $L \times B = 12 \times 10\text{ m}$  trong điều kiện thi công khi thời tiết mát, vào ban đêm nhiệt độ môi trường  $25 \div 30\text{ }^\circ\text{C}$ , khống chế nhiệt độ hỗn hợp bê tông trong khối đổ  $< 30\text{ }^\circ\text{C}$ , thì  $T_{\max}$  xấp xỉ  $51\text{ }^\circ\text{C}$ .

Thí nghiệm đo kiểm tra với kích thước khoảng đổ như trên ở nhiều khoảng đổ có biện pháp giảm nhiệt độ vật liệu, thì nhiệt độ trong khối đổ giảm rõ rệt và  $T_{\max}$  có thể đạt được  $48 \div 49\text{ }^\circ\text{C}$ .

Nên chọn thời điểm thi công tốt, đồng thời có biện pháp giảm nhiệt cho các loại vật liệu cát, đá, nước ... để giảm nhiệt độ ban đầu trong khối đổ, giảm  $T_{\max}$  trong bê tông. Trong điều kiện thiết bị hiện nay thì đây là cơ sở để có thể tăng kích thước khối đổ của đập, để tăng tiến độ thi công và giảm các chi phí ván khuôn và xử lý khe thi công ..., đảm bảo độ an toàn ổn định cho công trình.

Qua nghiên cứu cho thấy: trong điều kiện thời tiết mát, khoảng càng mỏng ( $H \leq 1,5\text{m}$ ) thì nhiệt hydrat hóa thoát ra khỏi khoảng sẽ càng nhanh và thường thoát hết trước khi đổ khoảng tiếp theo. Nhưng trong điều kiện thời tiết nóng, hỗn hợp bê tông gày (ít xi măng) và được làm mát trước, khoảng càng mỏng thì nhiệt hydrat

hóa thoát ra khỏi khoảng sẽ chậm lại. Khi chiều cao của khoảng tăng lên  $\geq 2\text{m}$ , nhiệt toả ra từ bề mặt của khoảng rất chậm.

Từ hình dạng chung của các dạng mặt cắt đập bê tông trọng lực thường được ứng dụng ở Việt Nam, kết hợp với kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của kích thước khoảng đổ đến trường nhiệt độ, trường ứng suất nhiệt và khả năng thi công, ... cho thấy:

- Nên chọn hình thức phân khoảng theo kiểu hình trụ hoặc lên đều tùy theo quy mô mặt cắt ngang đập và công nghệ thi công bê tông. Hai hình thức phân khoảng trên sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho việc tính toán trường nhiệt độ và trường ứng suất nhiệt theo quá trình thi công hoàn chỉnh mặt cắt đập. Đồng thời cũng tạo điều kiện thuận lợi cho công tác bố trí hệ thống ống nước làm mát sau và phụt vữa xử lý khe thi công.

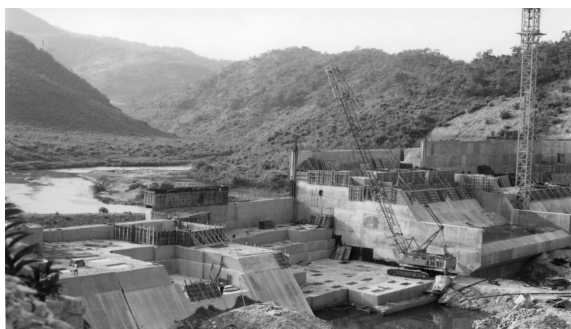
- Khi thi công các công trình đập bê tông trọng lực ở Miền Trung và Tây Nguyên mà không có biện pháp hạ thấp nhiệt độ ban đầu của hỗn hợp bê tông và không sử dụng hệ thống đường ống nước làm mát sau thì kích thước khoảng nên chọn như sau [2]:

- + Diện tích khoảng đổ từ  $150 \div 200\text{ m}^2$ .
- + Chiều cao khoảng đổ  $\leq 1,5\text{ m}$ .
- + Khối lượng bê tông mỗi khoảng đổ nhỏ hơn từ  $250 \div 300\text{ m}^3$ .
- + Chiều dài, chiều rộng khoảng (L, B)  $\leq 14,0\text{ m}$ . Nếu xét riêng theo trường nhiệt độ và trường ứng suất, thì nên chọn (L, B) =  $10 \div 12\text{ m}$  là hợp lý.

Khống chế sự tăng nhiệt độ là một nhiệm vụ quan trọng trong thiết kế và thi công. Vì vậy, chiều cao khoảng đổ và tiến độ đổ bê tông nên được chỉ ra trên bản vẽ thiết kế và bản thuyết minh hướng dẫn kỹ thuật. Chiều cao của khoảng đổ nên thay đổi từ 0,75m đến 1,5m đối với các lớp phức tạp ở ngay sát nền móng; các khoảng đổ ở trên thân đập nên chọn là 2.0m; ở đỉnh đập có thể chọn  $H=3 \div 4\text{m}$ , vì khi đó chiều rộng của khoảng thường nhỏ và ở trên cao nên khả năng toả nhiệt tốt. Kích thước khoảng đổ trung bình ở một số công trình đã thi công tại Việt Nam như bảng 1.

Bảng 1. Kích thước khối đổ trung bình ở một số công trình đã thi công

TT	Công trình	L (m)	B (m)	H (m)	V (m <sup>3</sup> )	Ghi chú
1	Thạch Nham	9÷15	7÷10	1,6÷2	100÷200	Không có ống làm mát
2	Tân Giang	10÷16	10÷14	2	240÷350	Không có ống làm mát
3	Lòng Sông	10÷14	10÷12	2	220÷300	Không có ống làm mát
4	Tuyên Quang	21	20	1	≤420	Có ống làm mát



Hình 7. Phân khối đổ bê tông công trình đập Lòng Sông (2002)

## 6. Kết luận

Xác định kích thước khối đổ là bài toán khó đối với mỗi công trình, đặc biệt là những công trình lớn có kết cấu phức tạp, thời gian thi công nhanh.

Nghiên cứu hình dạng chung của các dạng mặt cắt đập bê tông trọng lực thường được ứng dụng ở Việt Nam, kết hợp với kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của kích thước khối đổ đến trường nhiệt độ, trường ứng suất nhiệt và khả năng thi công, ... chúng ta có thể lựa chọn được kích thước khối đổ bê tông hợp lý.

### Tài liệu tham khảo:

- [1]. Bộ môn thi công Trường Đại học Thủy lợi, *Thi công các công trình Thủy lợi Tập 2*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội, 2004;
- [2]. Đỗ Văn Lượng, *Nghiên cứu sự phát triển ứng suất nhiệt để ứng dụng vào công nghệ thi công đập bê tông trọng lực ở Việt Nam*, Luận án tiến sĩ kỹ thuật, 2005.

### Abstract:

## SCIENTIFIC BASE AND REALITY FOR SIZE SELECTION OF CONCRETE BLOCKS IN CONCRETE GRAVITY DAM

*Partition and size of concrete blocks is a fundamental issue in the construction of bulk concrete structures. Especially for up to tens meters wide and hundreds meters high concrete gravity dams, the total concrete work expected to be placed (poured or pumped in) can reach tens of thousands to millions m<sup>3</sup> of fresh concrete. Dams are often designed into several chambers linked by joints. Despite the split, each chamber can average thousands of m<sup>3</sup> of concrete, thus can not be constructed continuously. As a rule of thumb, it is usually divided into suitable-sized units of concrete basing on fresh concrete productivity, progress of the project and the requirement of temperature controlling during construction. Dimensions selection of concrete blocks is economically and technically essential in the construction of a gravity dam. The increase in the block size will reduce construction time, costs of formwork installation and block-joints treatment.*