



ÁP DỤNG CÔNG NGHỆ BÊ TÔNG ĐẦM LẤN TRONG XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH THỦY ĐIỆN PLEIKRÔNG

Tác giả: Nguyễn Cảnh Bình

CNĐA Công trình Thủy điện PleiKrông

Phó đoàn thiết kế thủy điện 2 – Công ty TVXD Điện 1

1. ĐẶC ĐIỂM CÔNG TRÌNH

Dự án thủy điện PleiKrông được xây dựng trên địa bàn tỉnh KonTum, trên sông Krông Pôkô nhánh lớn thuộc phân thượng lưu của sông Sê San, toàn bộ các hạng mục xây dựng công trình thủy điện PleiKrông nằm thuộc địa phận xã Sa Bình, huyện Sa Thầy và xã Kroong, thị xã Kontum

Công trình thủy điện PleiKrông được thực hiện đầu tư theo phương thức chủ đầu tư trực tiếp quản lý thực hiện dự án. Tại quyết định đầu tư của Thủ Tướng Chính Phủ về việc đầu tư dự án thủy điện PleiKrông số 676/QĐ-TTg ngày 15/8/2002 đã xác định Chủ đầu tư là Tổng công ty Điện lực Việt Nam và Công ty Tư vấn Xây dựng Điện 1 là Tư vấn chính của dự án.

Công trình có nhiệm vụ phát điện lên hệ thống điện quốc gia với công suất lắp máy 100MW với sản lượng điện bình quân hàng năm là $E_0 = 417.2$ triệu kWh/ năm, ngoài ra công trình làm gia tăng thêm cho các dự án thủy điện ở hạ lưu 289,8 triệu kWh và 181,9 MW công suất đảm bảo.

Công trình thủy điện PleiKrông có quy mô hồ chứa lớn với MNDBT 170m, dung tích toàn bộ hồ chứa $1048.7 \cdot 10^6 \text{m}^3$, dung tích hiệu ích $948 \cdot 10^6 \text{m}^3$, diện tích mặt hồ $53,3 \text{km}^2$ Lưu lượng dòng chảy bình quân hàng năm $Q_0 = 128 \text{m}^3/\text{s}$, lưu lượng lũ thiết kế 0,1% là $7063 \text{m}^3/\text{s}$, lưu lượng lũ kiểm tra 0,02% là $10.000 \text{m}^3/\text{s}$.

Các hạng mục công trình bao gồm đập dâng đập tràn có kết cấu bê tông trọng lực thi công theo công nghệ đầm lặn (RCC), đập tràn gồm 6 khoang có cửa van cung kích thước $b \times h = 10\text{m} \times 11,5\text{m}$, đập cao 71m chiều dài đỉnh đập 495m, dẫn dòng trong cả mùa lũ và mùa kiệt bằng hai lỗ cống kích thước $4,5\text{m} \times 6\text{m}$ được bố trí dưới đáy đập tràn.

Công trình được khởi công tháng 11 năm 2003 và sẽ được tích nước hồ chứa vào tháng 8/2006, tổng dự toán công trình 3.220 tỷ đồng.

2. QUÁ TRÌNH THIẾT KẾ ĐẬP BÊ TÔNG ĐẦM LẤN

Công trình thủy điện PleiKrông được bộ công nghiệp phê duyệt Thiết kế kỹ thuật giai đoạn 1 tháng 11/2003 và thiết kế kỹ thuật giai đoạn 2 trong tháng 4/2004, với kết cấu đập dâng-đập tràn là bê tông trọng lực thi công theo công nghệ bê tông đầm lăn (RCC).

2.1. Tiêu chuẩn thiết kế đập bê tông đầm lăn

- Thiết kế đập bê tông của Cục quân đội Hoa kỳ. Thiết kế đập bê tông trọng lực (Gravity Dam Design) của Cục công trình quân đội Mỹ số EM11100-2-2200 xuất bản năm 1995.

Trong tiêu chuẩn này chỉ áp dụng các phần sau :

- Bê tông đầm lăn (Roller - Compacted Concrete) số EM1110-2-2006 của Cục công trình quân đội Mỹ xuất bản năm 2000.

- Bê tông trọng lực đầm lăn (Roller - Compacted Mass Concrete) số ACI 207-5R-99 của Viện bê tông Mỹ (ACI) xuất bản năm 1999.

Ngoài ra tính toán theo tiêu chuẩn Nga và Việt nam.

2.2. Các chỉ tiêu vật liệu RCC để thiết kế đập và giá trị động đất thiết kế

Mác bê tông M150 tuổi với yêu cầu cường độ kháng kéo mặt lớp trong đập là 5kg/cm² cường độ kháng nén là 100 kg/cm², chỉ tiêu kháng trượt giữa các lớp bê tông như sau:

Chỉ tiêu kháng trượt tuổi 180 ngày:

Giá trị cực đại (Peak):

Góc ma sát 45⁰ Lực dính mặt lớp C = 5,0 kg/cm²

Giá trị dư (Residual):

Góc ma sát 43⁰ Lực dính mặt lớp C = 0 kg/cm²

Đập PleiKrông được xây dựng trong vùng động đất cấp 7, kết quả nghiên cứu vi phân động đất giá trị động đất thiết kế được kiến nghị

Động đất cực đại MCE với chu kỳ lặp lại 4750 năm là a=182,46m/s².

Động đất thiết kế OBE với chu kỳ lặp lại 475 năm là a=64,76m/s².

2.3. Các nội dung tính toán trong thiết kế đập bê tông TĐ PleiKrông

- Tính toán ổn định ứng suất đập theo phương pháp sức bền vật liệu

- Tính toán ứng suất theo phương pháp phần tử hữu hạn, phân tích động đất theo phương pháp phổ (Response Spectra analysis) và phương pháp gia tốc thời gian (time history analysis) sử dụng chương trình tính toán SOLVIA.

- Tính toán nhiệt và phát triển nhiệt độ trong đập sử dụng phần mềm ContesPro theo quá trình xây dựng đập và khi đưa đập vào vận hành, kết quả tính toán đã xác định được nhiệt độ vữa bê tông không được vượt quá 29 độ C và khoảng cách giữa các khe nhiệt là 20m.

- Tính toán thấm qua đập và nền.

2.4. Lựa chọn kết cấu đập

Trong thiết kế kỹ thuật giai đoạn 1 đã tính toán lựa chọn kết cấu đập theo hai phương án Đập bê tông trọng lực thi công theo công nghệ truyền thống (CVC) và thi công theo công nghệ bê tông đầm lăn (RCC) với cùng mức về tiến độ thi công thì phương án thi

công theo công nghệ RCC có giá thành giảm hơn 180 tỷ đồng giảm khoảng 25% chi phí xây dựng đập.

2.5. Mặt cắt đập không tràn

Đập không tràn được bố trí trong phần bờ phải và bờ trái của tuyến đập. Chiều rộng đỉnh đập được thiết kế là 9m ở cao độ 575m. Độ dốc mái hạ lưu được thiết kế là 1 : 0,8 tính từ cao độ 570,0m (cao độ MNDBT) trên mặt thẳng đứng ở mép thượng lưu đỉnh đập. Phần phía trên của mái hạ lưu có đoạn thẳng đứng từ mép hạ lưu đỉnh đập đến cao độ 569,27m tiếp theo là đoạn mặt cong trụ tròn có bán kính $R=30m$ đến cao độ 550,53m mái thực tế có cấu tạo theo dạng bậc $H=0.9m$ $B=0.8$:-:0,0m sau đoạn cong là mặt nghiêng của mái hạ lưu có hệ số mái 0.8 mái thực tế có cấu tạo theo dạng bậc $H=0.9m$ $B=0.8m$. Mặt cắt đập có mái thượng lưu thẳng đứng $m = 0$ từ cao độ 575 đến 550, đoạn mái tiếp theo có hệ số $m = 0.01$ bắt đầu từ cao độ 550 cho đến đáy đập. Kết cấu đập giữa bê tông đầm lăn mác M150 R180, khe nhiệt được bố trí cách nhau 20m. Thượng lưu có bê tông chống thấm M300R180 mác chống thấm W10, dày từ 2,0m ở trên đỉnh cho đến cao độ 550 và thay đổi dần từ 2m cho đến 2.46m tại mặt cắt cao nhất đáy của đập có cao độ 504m. Đáy đập bê tông M250 R180 dày 1,5m, hạ lưu bê tông M200 R180 dày 1m. Trong đập có 2 hành lang chạy ở cao trình 550 và 518,5 và dọc theo đáy đập, hành lang có kích thước 3m x 3m để phục vụ khoan thoát nước, khoan phun tạo màng chống thấm, lắp đặt thiết bị quan trắc và là hành lang kiểm tra. Trong hành lang còn bố trí thêm một hàng khoan thu nước nên đập có đường kính lớn hơn hoặc bằng $\phi 76$ bước 3m chiều sâu bằng 0.75 chiều sâu màng chống thấm liên kê, nghiêng về hạ lưu một góc 15độ. Giữa các tầng hành lang có khoan thu nước có đường kính lớn hơn hoặc bằng $\phi 76$ bước 3m, công tác khoan được thực hiện trong hành lang và trên đỉnh đập. Các ống thu nước thấm giữa các hành lang tập trung về hố thu vào hành lang ở cao độ 518.5m để tự chảy ra ngoài thân đập khi đập tràn không xả lũ và chảy về bể tập trung nước thấm, rò rỉ của nhà máy để bơm ra ngoài khi đập tràn xả lũ.

3. QUÁ TRÌNH THÍ NGHIỆM CẤP PHỐI ĐẦM LĂN

Thực hiện đề cương công tác thí nghiệm bê tông đầm lăn của công trình thủy điện Pleikrông được Tổng Công ty điện lực Việt Nam phê duyệt - Từ tháng 12 năm 2003, Trung tâm thí nghiệm Công ty Tư vấn Xây dựng Điện 1 đã tiến hành các công tác sau:

Thí nghiệm trong phòng:

Công tác thí nghiệm trong phòng được thực hiện bởi phòng thí nghiệm đặt tại công trình để thực hiện các công tác sau:

- + Thí nghiệm các chỉ tiêu của vật liệu: Đá dăm, cát, xi măng, nước và phụ gia khoáng;
- + Thiết kế chế tạo các mẫu bê tông với các thành phần khác nhau để xác định các chỉ tiêu của hỗn hợp bê tông và bê tông;
- + Thí nghiệm xác định các chỉ tiêu về nhiệt của bê tông RCC
- + Trên kết quả thu được lựa chọn thành phần cấp phối bê tông hợp lý để đưa vào thí nghiệm hiện trường;

Thí nghiệm hiện trường:

Công tác thí nghiệm hiện trường được thực hiện tại công trường với mục đích xác định số lần đầm hợp lý và tiến hành hiệu chỉnh thành phần cấp phối phù hợp với điều kiện thi công. Thí nghiệm hiện trường đã được tiến hành 2 đợt:

- + Đợt 1 tiến hành vào ngày 15 tháng 8 năm 2004 trong điều kiện công trường chưa có trạm trộn chuyên dùng cho bê tông RCC phải tạm sử dụng trạm trộn bê tông CVC.

+ Đợt 2 tiến hành vào ngày 20/02/2005 khi công trường đã đầy đủ các thiết bị để thi công RCC.

Trong đợt thí nghiệm đợt 1 không thành công nguyên nhân do thiết kế với cấp phối có hàm lượng xi măng 90 kg và puzolan 110kg và sử dụng cát tự nhiên nên hàm lượng chất kết dính quá thấp do đó khi đầm không đạt được độ chặt như yêu cầu dung trọng bê tông đạt 2,3T/m³ chất lượng bê tông sau khi khoan có nhiều lỗ rỗng chưa được lấp đầy bằng các hạt mịn, chỉ tiêu tiếp xúc mặt lớp kém.

Trong thí nghiệm đợt 2 đã hiệu chỉnh để đủ yêu cầu tối thiểu về hàm lượng hạt mịn (nhỏ hơn 0,075mm) như tiêu chuẩn ACI, với cấp phối được kiến nghị như sau:

Nước (lít)	Xi măng PC40 (kg)	Phụ gia khoáng (kg)		Cát tự nhiên (kg)	Đá dăm (kg)		
		Puzzolan Gia quy	Puzzolan Phong Mỹ		2x4	1x2	0.5x1
158	80		210	731	591	459	262
145	80	210		728	614	478	272

Kết quả thí nghiệm cho được kết quả đạt được yêu cầu thiết kế đặt ra:

a/ Cường độ bê tông

Với cấp phối bê tông đợt 2 khi thí nghiệm cho các tuổi 7 ngày, 28 ngày 90 ngày, 180 ngày. Tiêu chuẩn đúc mẫu thử nghiệm theo ASTM C 1176-92 nhưng thay đổi khuôn đúc hình trụ bằng khuôn lập phương 15 x 15 x 15, khi đúc mẫu được đổ thành 2 lớp

- Mẫu 7 ngày tuổi cường độ nén : $R_{min} - R_{max} = 101,0 \text{ kg/cm}^2 - 138,6 \text{ kg/cm}^2$
- Mẫu 28 ngày tuổi cường độ nén : $R_{min} - R_{max} = 130,4 \text{ kg/cm}^2 - 154,2 \text{ kg/cm}^2$
- Mẫu 90 ngày tuổi cường độ nén : $R_{min} - R_{max} = 159,1 \text{ kg/cm}^2 - 187,9 \text{ kg/cm}^2$
- Mẫu 180 ngày tuổi cường độ nén : $R_{min} - R_{max} = 173,7 \text{ kg/cm}^2 - 206,5 \text{ kg/cm}^2$

b/ Kết quả nén mẫu được khoan tại bãi thí nghiệm

Khối lượng thể tích, g/cm ³		Cường độ kháng nén, kG/cm ²	
Khô gió	Khô gió		
tuổi 90 ngày	tuổi 180 ngày	R ₉₀	R ₁₈₀
Lớp 4			
2,42	2,43	92,1	115,6
2,45	2,41	96,4	117,1
2,43	2,40	90,2	119,0
2,43	2,42	94,0	114,8
2,44	2,41	96,3	120,2
2,42	2,43	94,5	116,0
Lớp 3			
2,41	2,44	94,2	117,9
2,40	2,41	98,7	109,6
2,44	2,41	99,3	112,4
2,43	2,42	92,1	119,5

2,41	2,43	91,3	115,2
2,43	2,40	94,7	114,6
Lớp 2			
2,40	2,42	99,7	115,1
2,42	2,41	98,4	122,3
2,42	2,4	96,2	116,7
2,41	2,43	97,6	118,3
2,43	2,42	95,5	114,6
2,40	2,42	94,1	117,2
Lớp 1			
2,39	2,40	89,6	119,7
2,41	2,40	93,7	116,3
2,42	2,41	98,4	117,4
2,42	2,42	93,5	120,2
2,41	2,42	87,1	116,6
2,43	2,43	90,2	114,4

c/ Kết quả kéo dọc trực mẫu được khoan tại đập ở tuổi 60 ngày

Số hiệu mẫu	Khối lượng thể tích, T/m ³		Cường độ kháng nén, kG/cm ²	Cường độ kháng kéo trực tiếp, kG/cm ²	Ghi chú
	Khô gió	Bão hoà			
1	2,45	2,45	88,0		
2	2,43	2,44	125,8		
7	2,44	2,44	106,9		
9	2,40	2,41	98,6		
11	2,41	2,42	102,4		
12	2,40	2,41	93,7		
15	2,45	2,45	105,1		
16	2,43	2,43	110,7		
17	2,44	2,44	103,1		
18	2,42	2,43	96,3		
21	2,44	2,44	93,4		
22	2,43			6,10	
23	2,41			6,50	
24	2,44			7,20	
25	2,40			7,40	
26	2,41			6,80	
27	2,44			4,60	Mẫu kéo tách lớp
28	2,43			4,58	Mẫu kéo tách lớp
29	2,44			4,56	Mẫu kéo tách lớp
TB	2,426	2,433	102,2		

d/ Sức kháng cắt của bê tông trên bãi thí nghiệm

24 giờ không rải vữa				6 giờ không rải vữa				Có rải vữa tiếp xúc giữa các mặt lớp bê tông			
Trước khi phá huỷ (Peak)		Sau khi phá huỷ (Residual)		Trước khi phá huỷ (Peak)		Sau khi phá huỷ (Residual)		Trước khi phá huỷ (Peak)		Sau khi phá huỷ (Residual)	
độ	C, kG/c m ²	độ	C, kG/c m ²	độ	C, kG/cm ²	độ	C, kG/cm ²	độ	C, kG/cm ²	độ	C, kG/c m ²
SỨC KHÁNG CẮT TUỔI 90 NGÀY											
29°02'	1,4	28°53'	0,6	38°22'	0,7	35°01'	0,5	47°02'	3,3	46°02'	0,5
33°11'	0,7	31°05'	0,5	35°08'	1,3	34°05'	0,4	47°03'	4,1	45°34'	0,7
31°03'	0,6	30°06'	0,2	35°54'	0,7	33°08'	0,5	51°15'	3,7	47°09'	0,7
SỨC KHÁNG CẮT TUỔI 180 NGÀY											
34°21'	0,8	33°11'	0,7	39°08'	0,7	34°05'	0,7	48°52'	5,5	47°04'	0,6
33°11'	1,2	32°05'	0,3	37°35'	0,9	36°45'	0,3	49°43'	5,2	47°59'	0,7
31°03'	0,9	29°58'	0,5	38°22'	1,1	37°34'	0,5	50°29'	5,01	48°51'	0,7

Với kết quả thí nghiệm để đạt được yêu cầu thiết kế về khả năng kháng trượt bề mặt bê tông giữa các lớp đầm lăn phải có lớp vữa bám dính M300 dày 1,5cm.

4. QUÁ TRÌNH THI CÔNG BÊ TÔNG ĐẦM LĂN

Thi công đập bê tông đầm lăn công trình thủy điện Plei Krông được thực hiện bởi hai nhà thầu đó là Tổng Công ty Sông Đà và Tổng công ty cơ điện và xây dựng nông nghiệp.

4.1. Quy mô phụ trợ cho bê tông RCC

- Công suất trạm bê tông đầm lăn theo thiết kế là 250m³/giờ và nhà thầu đã lắp đặt hai dây chuyền với tổng công suất là 300m³/s.

- Vận chuyển bê tông từ trạm trộn ra đến đập bên bờ trái bằng băng tải, bên bờ phải bằng ô tô 22T.

- Trạm nghiền đá dăm có công suất 500.000m³/năm

4.2. Biện pháp đổ bê tông

- Bê tông được rải thành các lớp có chiều dày 0.3m

- Sử dụng đầm bánh thép tải trọng tĩnh 12T và tải trọng động 18T

- Các khe nằm ngang của bê tông đầm lăn đều được xử lý bằng lớp vữa xi măng cát dày 1,5cm. Các khe được thổi sạch tất cả phần bê tông bị long rời bằng khí nén.

- Mặt thượng lưu sử dụng ván khuôn thép.

- Mặt hạ lưu đổ theo dạng bậc cao 0.9m sử dụng cốp pha thép.

- Khe nhiệt được tạo bằng các tấm PE đặt sẵn tại thời điểm rải bê tông.
- Bảo dưỡng bề mặt bê tông bằng phun sương tạo ẩm liên tục trên bề mặt bê tông sau khi đầm.
- Tất cả các thiết bị khi chạy từ bên ngoài vào mặt đập phải được rửa sạch lốp xe bằng vòi nước sạch.

4.3. Cường độ thi công bê tông

- Bê tông đầm lăn được đổ bắt đầu từ ngày 25/02/2005 với cao độ đáy đập thấp nhất là 504m.
- Đến 30/6/2005 đạt được mục tiêu chống lũ năm 2005 là cao độ 540m cho bê tông tường thượng lưu và 534m cho bê tông RCC, với tổng khối lượng đã thi công được 180.000m³ cường độ bình quân tháng 45.000m³/tháng, cường độ lớn nhất đã đạt được 2200m³/ngày.
- Tốc độ lên đập bình quân 7,5m/tháng.

4.4. Quản lý chất lượng

- Trong quá trình thi công nhà thầu phải lấy mẫu kiểm tra chất lượng của vật liệu sử dụng cho công trình bao gồm: Xi măng, Puzolan, cát, dăm.
- Với hỗn hợp bê tông phải kiểm tra độ cứng Vebe, nhiệt độ vữa bê tông.
- Với bê tông ngoài bãi đập phải kiểm tra dung trọng bê tông sau khi đầm, đúc mẫu kiểm tra cường độ kháng nén.

4.5. Kết quả kiểm tra chất lượng trên công trường

Dung trọng bê tông được lấy tại các bãi đắp thân đập theo hai phương pháp máy hạt nhân và rót cát, kết quả thí nghiệm đạt yêu cầu thiết kế.

- Dung trọng bê tông ướt cho loại puzolan Phong mỹ $\gamma_{\text{bê tông}} \geq 2,44 \text{ T/m}^3$
- Dung trọng bê tông ướt cho loại puzolan Gia quy $\gamma_{\text{bê tông}} \geq 2,47 \text{ T/m}^3$

Cường độ kháng nén mẫu bê tông được đúc trên khuôn lập phương 15 x 15 x 15 cho các tuổi 7 ngày, 28 ngày, 90 ngày, 180 ngày, lưu.

- Kết quả thí nghiệm ở tuổi 90 ngày gồm 191 tổ mẫu

$$R_{90\text{min}} = 138 \text{ kg/cm}^2$$

$$R_{90\text{max}} = 170 \text{ kg/cm}^2$$

$$R_{90\text{TB}} = 155 \text{ kg/cm}^2$$

- Kết quả thí nghiệm ở tuổi 180 ngày gồm 56 tổ mẫu

$$R_{90\text{min}} = 150 \text{ kg/cm}^2$$

$$R_{90\text{max}} = 168 \text{ kg/cm}^2$$

$$R_{90\text{TB}} = 158 \text{ kg/cm}^2$$

5. KẾT LUẬN

Với việc ứng dụng công nghệ bê tông đầm lăn (RCC) lần đầu tiên ở Việt nam cho dự án thủy điện PleiKrông thấy chúng ta cơ bản đã được làm chủ công nghệ, chất lượng bê tông đáp ứng được yêu cầu thiết kế, tiến độ thi công nhanh, giảm giá thành xây dựng, tuy nhiên đây là công nghệ mới nên trên thế giới không ngừng đúc rút kinh nghiệm và cải tiến để nhằm mục đích cho chất lượng bê tông ngày càng tốt hơn, tiến độ thi công nhanh, giá thành hạ. Vì vậy đối với các dự án bê tông đầm lăn còn lại ở Việt nam bên cạnh kinh nghiệm đã xây dựng cho dự án PleiKrông chúng ta mạnh dạn áp dụng các tiến bộ mới để Việt nam hoàn toàn làm chủ được công nghệ bê tông đầm lăn. Một số vấn đề nên áp dụng cho các dự án đầm lăn như:

- Vật liệu cát cho bê tông đầm lăn nên sử dụng cát nhân tạo để bổ sung thêm hàm lượng hạt mịn ($D < 0.075\text{mm}$) nhằm giảm hàm lượng phụ gia khoáng hoạt tính.

- Sử dụng phụ gia kéo dài thời gian ninh kết của vữa bê tông từ 10 giờ -20 giờ nhằm duy trì chủ yếu là khe ẩm giữ các lớp bê tông đầm lặn, nên sẽ giảm được các khe nằm ngang phải xử lý bằng vữa xi măng, ngoài ra chất lượng vữa bê tông sẽ tăng được tính chất dễ đầm tránh phân tầng.
- Sử dụng công nghệ GEVR áp dụng cho bê tông nền đập, thượng lưu, hạ lưu để thay thế cho bê tông truyền thống (CVC) nhằm mục đích đẩy nhanh tiến độ thi công.
- Vận chuyển bê tông vào đập nên dùng băng tải và các ống máng chân không để hạn chế thiết bị thi công chạy từ ngoài vào trong đập.
- Với một số dự án có quy mô đập lớn, xây dựng trong vùng có điều kiện khí hậu khắc nghiệt, cường độ thi công cao có thể phải làm lạnh hỗn hợp vữa bê tông cho phần đáy đập hoặc đặt ống để dẫn nước làm mát.