

PHÂN TÍCH ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT VÀ TẢI TRỌNG TỚI TRƯỜNG ỨNG SUẤT ĐẬP BÊ TÔNG ĐẦM LẤN TRONG QUÁ TRÌNH THI CÔNG

*KS. Đinh Hữu Dụng (PECCI)
GS.TS Nguyễn Văn Mạo (Đại học Thủy lợi)*

Tóm tắt: Đập bê tông đầm lặn là loại đập đang được lựa chọn để xây dựng cho nhiều dự án ở Việt Nam hiện nay. Bê tông đầm lặn là loại bê tông ít toả nhiệt do có hàm lượng xi măng thấp. Công nghệ thi công bê tông đầm lặn có ưu điểm là tốc độ thi công nhanh, hạ giá thành công trình. Tuy nhiên do cường độ của bê tông phát triển chậm nên có thể làm ảnh hưởng đến khả năng chịu tải của đập trong quá trình thi công. Bài báo đi vào nghiên cứu phân tích ảnh hưởng của nhiệt độ và các tải trọng trong quá trình lên đập đến trường ứng suất của đập bê tông đầm lặn trong quá trình thi công. Bài báo là tài liệu tham khảo cho xây dựng đập bê tông đầm lặn, đồng thời cũng là thông tin đóng góp vào các thảo luận về nguyên nhân nứt trong các đập bê tông đầm lặn.

1. Đặt vấn đề:

Công nghệ xây dựng đập bê tông đầm lặn là một công nghệ mới hình thành và phát triển vào những thập kỉ cuối của thế kỉ XX. Ưu điểm nổi bật của công nghệ là khắc phục được nhược điểm của bê tông khối lớn, rút ngắn thời gian xây dựng so với công nghệ đập bê tông truyền thống nên nó đã được nhiều nước thuộc các khu vực khác nhau trên thế giới áp dụng. Công nghệ này được áp dụng ở nước ta vào những năm cuối của thập kỉ 90 của thế kỉ trước nhưng đã có một tốc độ phát triển khá nhanh. Hiện nay Việt Nam đã và đang thiết kế, xây dựng nhiều đập bê tông đầm lặn. Dự tính đến năm 2015 nước ta xây dựng được 24 đập loại này, trong đó có nhiều đập cao, đập Sơn la cao 138m, đập Bản vẽ cao hơn 100m...

Công nghệ đập bê tông đầm lặn đã có những cải thiện đáng kể về ảnh hưởng của nhiệt nhưng thực tế xây dựng loại đập này trên thế giới vẫn gặp phải những vấn đề về nứt đập trong quá trình thi công.

Theo kinh nghiệm của Trung Quốc thì hiện tượng nứt này do nhiều nguyên nhân như: thay

đổi nhiệt độ, độ ẩm, tính không đồng đều trong vật liệu bê tông đầm lặn, hình thức kết cấu đập không hợp lí, ứng suất cục bộ quá lớn, nguyên vật liệu không đúng quy cách, công nghệ thi công không hoàn thiện..., trong đó thường gặp vết nứt do nhiệt độ và do co ngót gây ra [1]

Hiện tượng nứt ở một số đập bê tông đầm lặn đang được xây dựng ở nước ta, trong đó có cả đập Sơn La là một vấn đề thời sự. Nguyên nhân gây nứt, biện pháp khắc phục hiện tượng nứt ở những đập này đang là đề tài được nhiều người quan tâm thảo luận.

Từ đặc điểm làm việc của đập bê tông trọng lực cũng như đập bê tông đầm lặn trọng lực cho thấy vết nứt ở đập xảy ra khi ở đó vật liệu bê tông không đủ khả năng chịu kéo. Vì vậy nghiên cứu trường ứng suất của đập trong quá trình thi công để tìm nguyên nhân cũng như hạn chế hiện tượng nứt đập trong quá trình xây dựng cũng là một cách tiếp cận khoa học

Khác với bê tông truyền thống là có sự phát triển cường độ tương đối nhanh, bê tông đầm lặn có cường độ phát triển chậm, đặc biệt trong

thời gian đầu. Điều này ảnh hưởng đến sự phân bố ứng suất cũng như khả năng chịu tải của đập trong thời gian thi công. Trong các tính toán thiết kế thường mới chỉ xét sự làm việc của đập khi bê tông đã đạt tuổi thiết kế. Thực tế, trong thời gian thi công đập đã phải chịu tác động của các tải trọng khi bê tông chưa đủ tuổi.

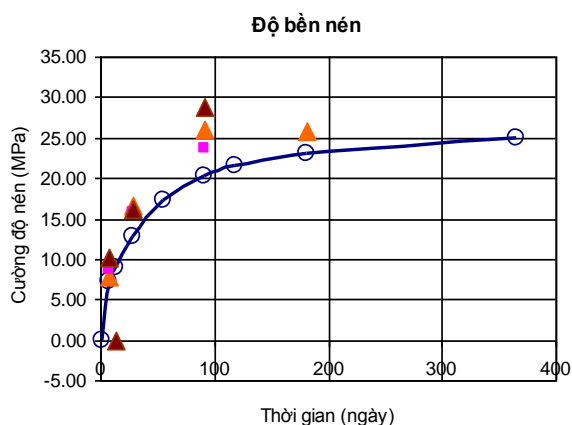
Đưa đầy đủ các tác động trong quá trình thi công cũng như đầy đủ các nguyên nhân có thể gây nứt vào bài toán phân tích ứng suất là một vấn đề khó thực hiện. Vì vậy các nghiên cứu phục vụ cho xây dựng đập cũng mới chỉ chú trọng được đến ứng suất nhiệt [2]. Nghiên cứu gần đây của Viện công trình trường đại học Thủy lợi phục vụ cho tìm nguyên nhân nứt của đập Sơn La cũng mới chỉ xét đến tải trọng do chất tải [3]. Bài báo này giới thiệu kết quả phân tích trường ứng suất trong quá trình thi công đập bê tông đầm lăn. Trong đó xét đến tính chất của vật liệu bê tông thay đổi theo thời gian thi công, các tác động chính được xét đến là tác động đồng thời cả nhiệt và tải trọng sinh ra trong quá trình thi công đập. Hình dạng của đập đưa vào tính toán cũng đã được lựa chọn, các điểm ở đập thường xảy ra ứng suất tập trung cũng được lựa chọn để phân tích.

Các bài toán phân tích trường ứng suất đập bê tông đầm lăn trong thời kỳ thi công trong bài báo này được thực hiện bằng phương pháp Phần tử hữu hạn trong phần mềm MIDAS/Civil, phần mềm chuyên dụng đang được sử dụng thiết kế đập bê tông trọng lực ở nhiều nước trên thế giới.

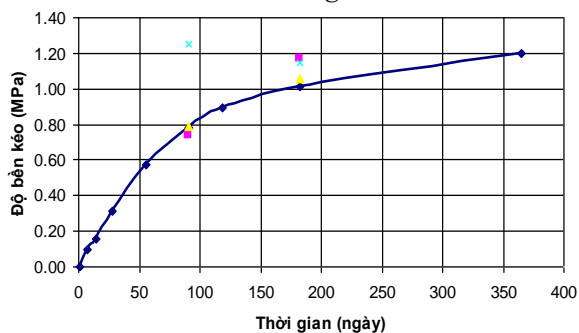
2. Nghiên cứu ứng suất đập bê tông đầm lăn theo tốc độ lên đập.

Các nghiên cứu tính toán phân tích nhiệt và phân tích ứng suất đập bê tông đầm lăn trong quá trình thi công, các chỉ tiêu cơ lí và các đặc

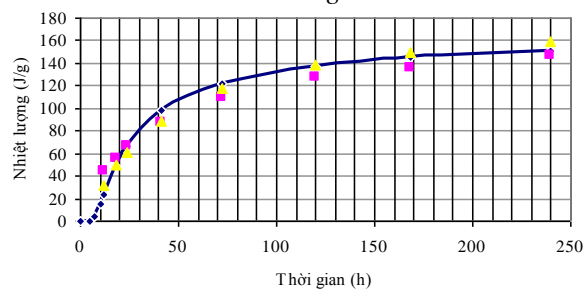
tính của bê tông đầm lăn được sử dụng theo đúng quá trình phát triển theo tuổi bê tông được thể hiện từ hình 1 đến hình 6. Sơ đồ tính được xây dựng trên 5 đợt thi công đập, tương ứng với 5 bước chất tải. Tiến độ thi công đập được thể hiện trên hình 7. Sơ đồ phân tử kết cấu đập được thể hiện trên hình 8. Nhiệt độ môi trường tính toán trên bề mặt các khối đập được cho trong bảng 1.



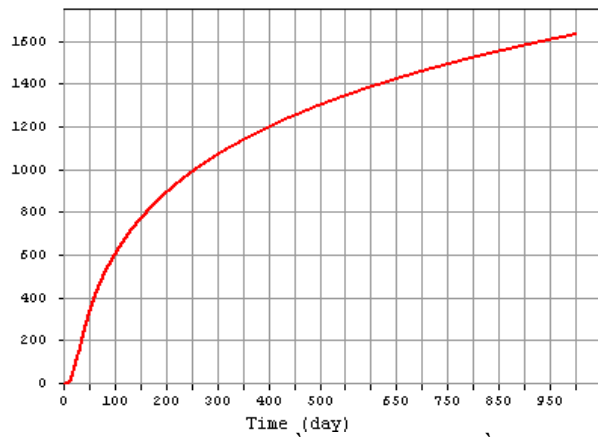
Hình 1. Độ bền nén của bê tông đầm lăn phát triển theo thời gian



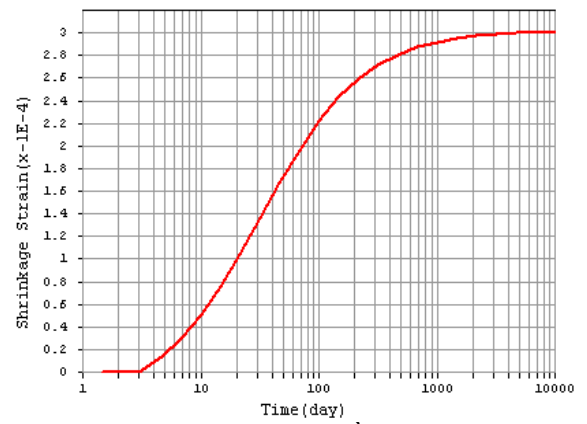
Hình 2. Độ bền kéo của bê tông đầm lăn phát triển theo thời gian



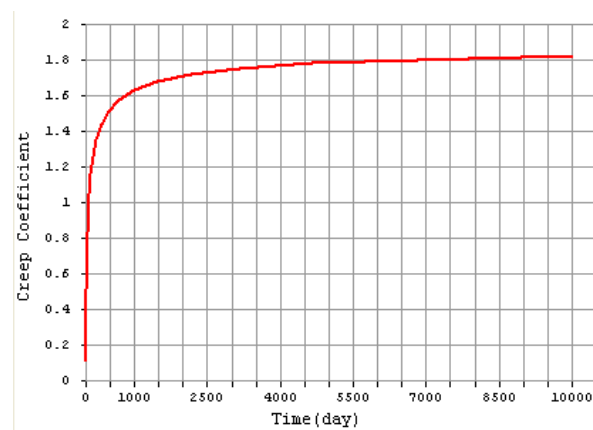
Hình 3. Đường cong nhiệt thủy hoá của bê tông đầm lăn theo thời gian



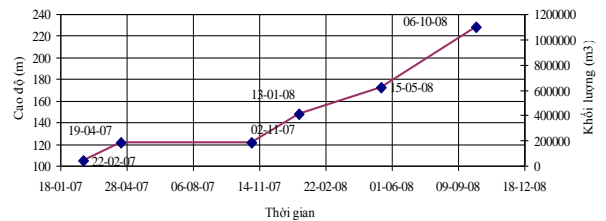
Hình 4. Môđun đàn hồi của bê tông đầm theo thời gian



Hình 6. Co ngót của bê tông đầm lẫn theo thời gian



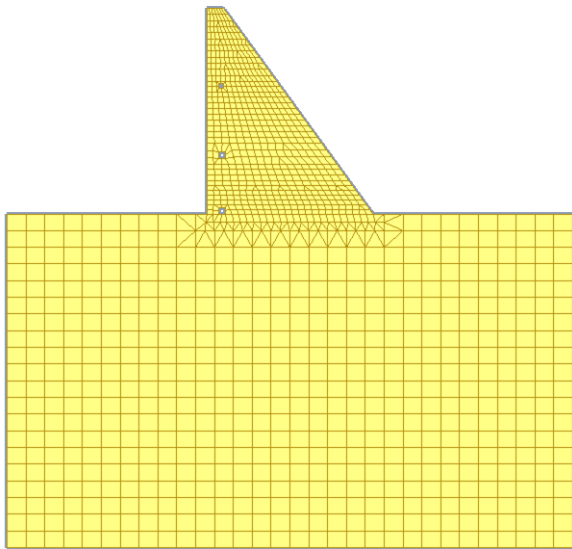
Hình 5. Từ biến của bê tông đầm lẫn theo thời gian



Hình 7. Tiến độ thi công đập

Bảng 1. Nhiệt độ môi trường cho các bề mặt khối bê tông đầm lẫn tính toán

Tháng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	TB
Hạ lưu (°C)	18.4	20.4	21.8	25.7	28.3	29.7	29.2	29.0	28.2	26.0	22.6	18.8	24.8
Th. Lưu (°C)	16.6	18.0	19.3	22.5	23.7	25.8	26.2	26.0	25.1	23.2	20.2	16.8	22.0
Mặt biên động (°C)	16.0	17.5	20.6	24.0	26.0	26.6	26.5	26.3	25.3	23.2	19.6	16.5	22.3

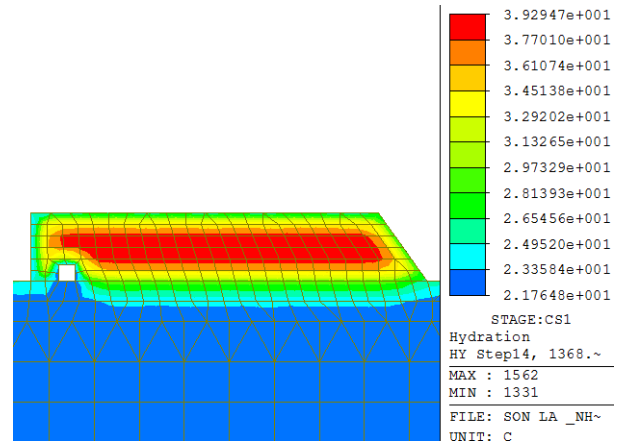


Hình 8. Sơ đồ lưới phần tử mặt cắt đập

1) Trường nhiệt độ trong đập trong thời gian thi công

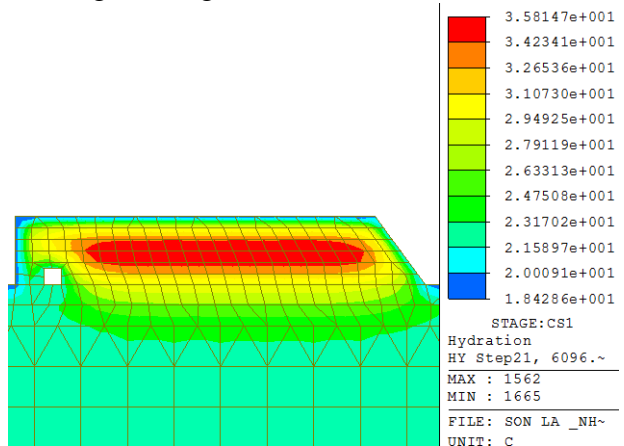
+ *Giai đoạn 1: thi công đập từ cao trình 105.0 m lên đến cao trình 122.0m.* Phần biên thượng hạ lưu đập và xung quanh hành lang thân đập, nhiệt độ tăng lên cao nhất đến khoảng 30°C, trong khoảng thời gian từ 80 đến 120 giờ sau khi đổ. Sau đó nhiệt độ giảm nhanh xuống nhiệt độ môi trường, tương ứng thời gian khoảng 480 giờ và biến đổi theo nhiệt độ lên xuống của môi trường xung quanh.

Phần lõi đập nhiệt độ tăng lên đến nhiệt độ cao nhất khoảng 39.5°C, tương ứng với thời gian là 720 giờ, sau đó giảm dần. Đến cuối giai đoạn 1 (1368 giờ), nhiệt độ phần lõi đập khoảng 39.3°C. Quá trình giảm nhiệt phần lõi đập diễn ra chậm. Trường nhiệt độ trong đập cuối giai đoạn thi công thứ nhất (1368 giờ) thể hiện trên hình 9.



Hình 9. Phân bố nhiệt độ thân đập ở 1368 (h)

+ *Giai đoạn 2: khi đập lên đến cao độ 122.00 m dừng thi công đập trong khoảng sáu tháng rưỡi.* Nhiệt độ phần lõi đập giảm xuống tới khoảng 35.8°C. Các vùng trên biên thượng lưu, hạ lưu, trên mặt ngừng thi công nhiệt độ giảm xuống xấp xỉ nhiệt độ môi trường và dao động theo diễn biến của nhiệt độ môi trường. Trường nhiệt độ trong đập cuối thời gian dừng thi công (6096 giờ) thể hiện trên hình 10.



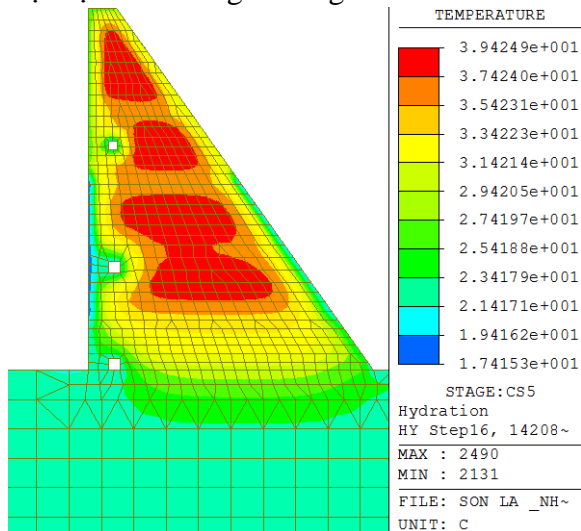
Hình 10. Phân bố nhiệt độ thân đập ở 6096 (h)

+ *Giai đoạn 3: sau thời gian dừng, tiếp tục thi công đập từ cao trình 122.0 m lên đến cao trình thiết kế là 228.10 m.* Trong giai đoạn này nhiệt độ phần lõi đập không ngừng tăng lên do nhiệt thủy hoá trong bê tông, nhiệt độ cao nhất khoảng 39.5°C. Quá trình giảm nhiệt phần lõi đập diễn ra chậm. Phần gần biên đập và xung quanh hành lang thân đập nhiệt độ tăng lên cao

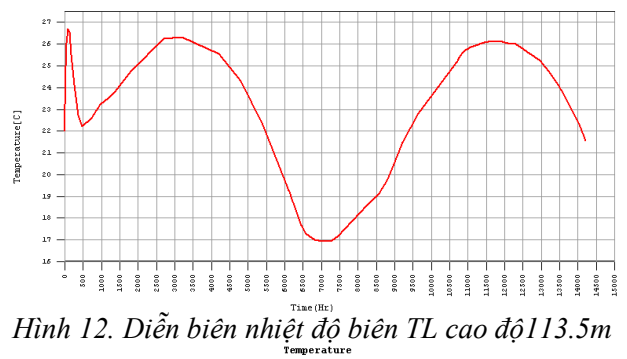
nhất khoảng 30°C , thời gian khoảng 120 giờ sau khi đổ. Sau đó nhiệt độ giảm về nhiệt độ môi trường do quá trình tỏa nhiệt và thay đổi cùng với sự thay đổi nhiệt độ môi trường xung quanh. Trường nhiệt độ trong đập giai đoạn thi công cuối cùng (14208 giờ) thể hiện trên hình 11.

Hình 12 là diễn biến nhiệt độ của phần tử trên biên thượng lưu ở cao độ 113.50 m. Hình 13 là diễn biến nhiệt độ của phần tử trong lõi đập ở cao độ 133.50m.

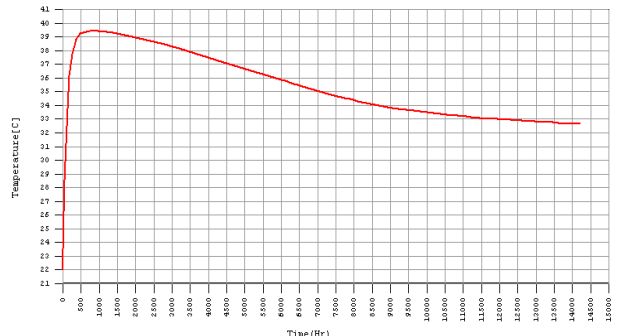
Trường nhiệt độ trong đập trong thời kì thi công được chia làm 2 vùng rõ rệt. Vùng thứ nhất là bên trong thân đập duy trì ở nhiệt độ cao và quá trình giảm nhiệt độ diễn ra rất chậm. Vùng thứ hai là biên thượng hạ lưu đập, trên mặt ngừng thi công và các hành lang thân đập, nhiệt độ tăng lên trong một thời gian ngắn sau đó giảm xuống nhanh và biến đổi theo diễn biến của nhiệt độ môi trường nhưng cao hơn nhiệt độ môi trường khoảng 0.5°C .



Hình 11. Phân bố nhiệt độ thân đập ở 14208 (h)



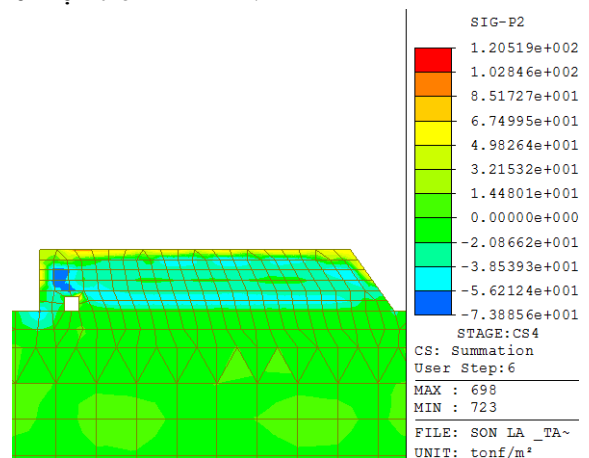
Hình 12. Diễn biến nhiệt độ biên TL cao độ 113.5m



Hình 13. Diễn biến nhiệt độ lõi đập cao độ 113.5m

2) Trường ứng suất trong đập do nhiệt độ và chất tải tác dụng đồng thời

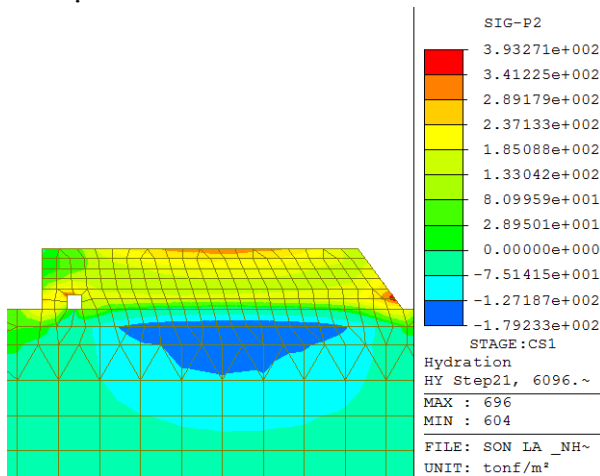
+ Giai đoạn 1: thi công đập từ cao trình 105.0m lên đến cao trình 122.0m. Các vùng có trị số ứng suất kéo lớn là quanh hành lang cao độ 105.00m (120.50T/m^2), biên thượng lưu đập (69.90T/m^2), biên hạ lưu đập (71.80T/m^2). Trường ứng suất trong đập ở cuối giai đoạn 1 thể hiện trên hình 14.



Hình 14. Trường ứng suất ở 1368 giờ

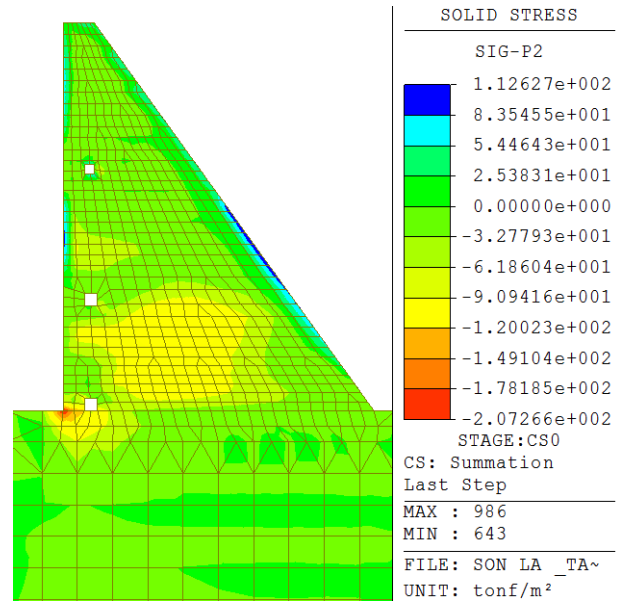
+ Giai đoạn 2: trong thời gian khoảng sáu tháng rưỡi là thời gian dừng thi công ở cao độ

122.00m. Trong thời gian dừng thi công, ứng suất kéo do nhiệt và chất tải tác dụng tăng lên nhanh. Các vùng có trị số ứng suất kéo lớn là quanh hành lang cao độ 105.00m ($388.30T/m^2$), biên thượng lưu đập ($268.30T/m^2$), biên hạ lưu đập ($393.30T/m^2$), trên mặt dừng thi công ($333.20T/m^2$). Trường ứng suất do nhiệt và chất tải ở cuối giai đoạn 2 thể hiện trên hình 15.



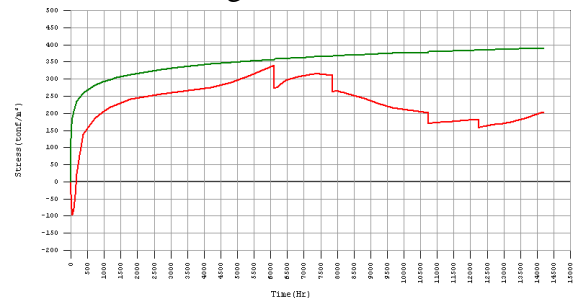
Hình 15. Trường ứng suất ở 6096 giờ

+ Giai đoạn 3: sau thời gian dừng, tiếp tục thi công đập từ cao trình 122.0m lên đến cao trình thiết kế là 228.10 m. Khi tiếp tục chất tải ứng suất kéo trong đập xuất hiện ở biên thượng lưu và hạ lưu đập (biên thượng lưu từ cao độ 158.04m đến 168.44m ở 14208 giờ là $107.60 T/m^2$), biên hạ lưu đập (biên HL từ cao độ 158.04m đến 168.44m ở 14208 giờ là $112.60 T/m^2$). Trường ứng suất do nhiệt và chất tải ở cuối giai đoạn 3 thể hiện trên hình 16.



Hình 16. Trường ứng suất ở 14208 giờ

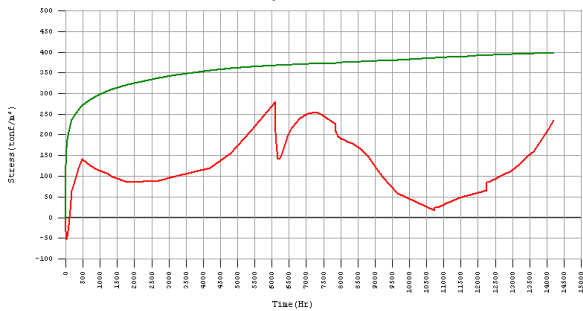
Như vậy trong thời gian thi công, được tác dụng đồng thời của nhiệt độ và chất tải những vùng có ứng suất kéo lớn trong đập là quanh các hành lang, trên mặt ngừng thi công, trên mặt thượng lưu và hạ lưu đập. Trên các hình từ hình 17 đến hình 20 là diễn biến ứng suất quanh hành lang thân đập, trên biên thượng lưu đập, biên hạ lưu đập và trên mặt ngừng thi công của đập. Ta thấy rằng giá trị của ứng suất kéo tại một số thời điểm là xấp xỉ khả năng chịu kéo của bê tông. Nếu phát sinh các điều kiện bất lợi, các giá trị này có thể vượt quá khả năng chịu kéo của bê tông.



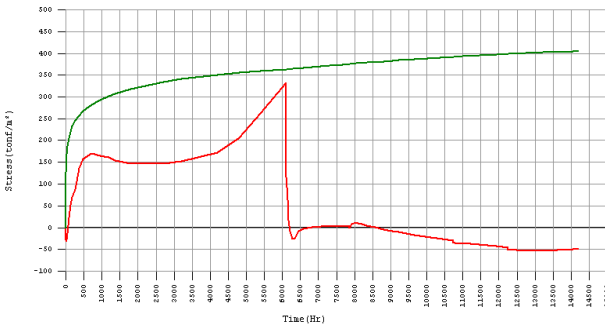
Hình 17. Diễn biến ứng suất trên đỉnh hành lang cao độ 105.00m



Hình 18. Diễn biến ứng suất trên biên thượng lưu cao độ 107.83m



Hình 19. Diễn biến ứng suất trên biên hạ lưu cao độ 110.70 m



Hình 20. Diễn biến ứng suất trên mặt dờng thi công ở cao độ 122.00 m

3. Kết luận.

Thông qua việc nghiên cứu phân tích trường ứng suất trong đập bê tông đầm lăn trong quá trình thi công, bài báo đã cho thấy rõ quá trình diễn biến nhiệt độ và ứng suất trong đập bê tông đầm lăn trong quá trình thi công. Qua đó ta có các kết luận sau:

1) Trường nhiệt độ trong đập bê tông đầm lăn trong quá trình thi công được chia làm 2 vùng rõ rệt. Vùng thứ nhất là vùng bên trong

thân đập duy trì ở nhiệt độ cao và quá trình giảm nhiệt độ diễn ra rất chậm. Vùng thứ hai là vùng xung quanh biên đập, trên mặt ngừng thi công và các hành lang thân đập, nhiệt độ tăng lên trong một thời gian ngắn sau đó giảm xuống và biến đổi theo diễn biến của nhiệt độ môi trường.

2) Trường ứng suất trong đập bê tông đầm lăn trong thời gian thi công khi xét ảnh hưởng đồng thời của nhiệt độ và quá trình chất tải có sự khác biệt so với trường hợp khi chỉ xét ảnh hưởng của nhiệt độ hoặc khi chỉ xét ảnh hưởng của quá trình chất tải.

3) Khảo sát trường ứng suất trong đập bê tông đầm lăn ở các vị trí biên thượng lưu, hạ lưu, quanh hành lang thân đập, trên mặt ngừng thi công với ba trường hợp: đập chịu tác dụng của nhiệt độ; đập chịu tác dụng của chất tải; đập chịu tác dụng đồng thời của nhiệt độ và chất tải ta có các nhận xét:

+ Giai đoạn thi công thứ nhất, trên biên thượng lưu, biên hạ lưu và quanh hành lang thân đập ứng suất kéo do nhiệt tác dụng lớn hơn ứng suất kéo do nhiệt và chất tải tác dụng đồng thời.

+ Trong thời gian ngừng thi công trên biên thượng lưu, biên hạ lưu, quanh hành lang thân đập và trên mặt ngừng thi công ứng suất trong trường hợp do nhiệt tác dụng và trường hợp do chất tải và nhiệt tác dụng đồng thời tiếp tục tăng cao nhưng không vượt quá khả năng chịu kéo của bê tông. Quanh hành lang thân đập, trên biên hạ lưu và trên mặt ngừng thi công ứng suất kéo do nhiệt và chất tải tác dụng đồng thời lớn hơn ứng suất kéo do nhiệt tác dụng. Trên biên thượng lưu ứng suất kéo do nhiệt tác dụng

lớn hơn ứng suất kéo do nhiệt và chất tải tác dụng đồng thời.

+ Khi tiếp tục chất tải thì trên biên thượng lưu, biên hạ lưu, quanh hành lang thân đập và trên mặt dừng thi công ứng suất kéo do nhiệt và chất tải tác dụng giảm nhanh, một số vùng đã xuất hiện ứng suất nén nhưng chưa vượt qua khả năng chịu nén của bê tông.

+ Với trường hợp chỉ có nhiệt độ tác dụng, ở giai đoạn thi công thứ ba khi tiếp tục chất tải thì trên biên thượng lưu, biên hạ lưu, quanh hành lang thân đập ứng suất kéo vẫn tiếp tục tăng cao, trên mặt dừng thi công ứng suất kéo giảm xuống nhanh.

+ Với trường hợp do chất tải tác dụng thì trong suốt quá trình thi công chỉ có biên thượng

lưu đập từ cao độ 105.00 m đến 122.00 m xuất hiện ứng suất kéo nhưng có trị số nhỏ, còn trên biên hạ lưu, quanh hành lang thân đập và trên mặt dừng thi công không xuất hiện ứng suất kéo.

Bài báo đã làm rõ bức tranh tổng quát về trạng thái làm việc của đập bê tông đầm lăn trong quá trình thi công. Những kết quả nghiên cứu trong bài báo có thể làm cơ sở cho các tính toán trong thiết kế, thiết lập các qui trình thi công đập bê tông đầm lăn (tốc độ lên đập, các biện pháp khống chế nhiệt độ trong quá trình thi công, thời gian dừng đổ an toàn về nhiệt...), cũng như việc lựa chọn cấp phối của bê tông đáp ứng về khả năng chịu tải cho đập.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hướng dẫn thiết kế đập bê tông đầm lăn Trung Quốc DK/ T5065-92.
2. Công ty CP tư vấn xây dựng điện 1, “*Hồ sơ thiết kế kỹ thuật giai đoạn 2 - Công trình thủy điện Sơn La*”, Hà Nội, tháng 7 năm 2006.
3. Nguyễn Quang Hùng, ĐHTL, “*Phân tích ứng suất đập bê tông đầm lăn trong quá trình thi công*”, Khoa học công nghệ thủy lợi số 22 (6/29) Viện khoa học thủy lợi Việt nam.
4. Nguyễn Văn Mạo, “*Cơ sở tính toán công trình thủy lợi*”, Hà Nội 2000.
5. US Army Corps of Engineers, “*Thermal studies of mass concrete structures*”, 30 May 1997. ETL1110-2-542.
6. MIDASoft, Inc, “*Analysis For Civil Structures*”.

ANALYSIS AFFECTING OF HEAT AND LOADS TO STRESS FIEL OF RCCD IN CONSTRUCTION PROCESS

Abstract: *Nowaday, Roller compacted concrete dam (RCCD) is being chosen to build many dam projects in Viet Nam. Roller compacted concrete (RCC) is a little radiating heat concrete because of using very low cement content and pozzonal. The most advantages of RCC construction technique is fast progress and reducing cost of project. Because of very slow strength development of RCC, it would be affected to bearing capacity of dam in construction process. This jornal researchs and analysis affecting of heat and loads to stress fiel of RCCD in construction process.*