

ERSD 2018

KỶ YẾU

**HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC
KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN
VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG**

Hà Nội, 07 - 12 - 2018

NHỮNG TIẾN BỘ TRONG XÂY DỰNG



Nha xuất bản giao thông vận tải

Nghiên cứu trạng thái ứng suất và biến dạng của khối đất đá xung quanh đường hầm khi đào qua lớp sét <i>Nguyễn Văn Quang, Lê Hoàng Anh</i>	90
Đề xuất giải pháp nâng cao khả năng chịu tải của neo trong than <i>Vũ Đức Quyết, Trần Thanh Hùng</i>	95
Nghiên cứu ảnh hưởng của động đất đến đường hầm tàu điện ngầm tiết diện ngang hình vuông tại Hà Nội <i>Nguyễn Chí Thành, Phạm Quang Nam</i>	101
Một số kiến nghị, đề xuất nâng cao hiệu quả thiết kế, thi công công trình ngầm bằng máy đào hầm loại nhỏ <i>Đặng Trung Thành</i>	106
Đánh giá ảnh hưởng của việc xây dựng công trình ngầm tới công trình trên bề mặt <i>Nguyễn Tài Tiên, Nguyễn Văn Quang</i>	111

TIỂU BAN NHỮNG TIẾN BỘ TRONG VẬT LIỆU VÀ KẾT CẤU XÂY DỰNG

Mô hình tính toán mức độ thủy hóa các chất kết dính thành phần trong hồ xi măng <i>Nguyễn Trọng Dũng</i>	119
Nghiên cứu ảnh hưởng của hệ số quá cố kết OCR đến sự hóa lỏng tĩnh của cát Fontainebleau <i>Đặng Quang Huy, Reiffsteck Philippe</i>	125
Numerical modeling of unreinforced and reinforced piled embankments. Part I: Numerical modeling sequence <i>Hung V. Pham</i>	131
Đánh giá khả năng xuất hiện vết nứt do ứng suất nhiệt trong móng bê tông khối lớn ở tuổi sớm <i>Tăng Văn Lâm, Vũ Kim Diễm, Ngô Xuân Hùng, Đặng Văn Phi, Boris Bulgakov</i>	137
Nghiên cứu mô phỏng quá trình sinh nhiệt và truyền nhiệt khi thủy hóa bê tông xi măng bằng phần mềm FLAC3D <i>Nguyễn Văn Mạnh</i>	143
Nghiên cứu xác định các thông số vật liệu và ứng xử của kết cấu dựa trên kết quả đo tại hiện trường <i>Đặng Văn Phi, Đinh Hải Nam, Tăng Văn Lâm</i>	149
Mô hình lưới Thủy – Cơ đánh giá độ thấm của bê tông cốt thép <i>Phạm Đức Thọ, Bùi Anh Thắng</i>	155
Application of controlled low strength materials (CLSM) in highway construction: experimental and numerical analysis <i>Thu Thi Do, Ngoc-Anh Do, Young-sang Kim, Hyeong-Ki Kim, Tan Manh Do</i>	161

Đánh giá khả năng xuất hiện vết nứt do ứng suất nhiệt trong kết cấu bê tông khối lớn ở tuổi sớm

Tăng Văn Lâm^{1,*}, Vũ Kim Điền¹, Ngô Xuân Hùng¹, Đặng Văn Phi², Boris Bulgakov¹

¹Đại học Xây dựng Quốc gia Mát-cơ-va, Nga

²Trường Đại học Mỏ - Đại chất

TÓM TẮT

Những năm gần đây, nhiều kết cấu bê tông cốt thép toàn khối, với kích thước lớn, đã được xây dựng ở các đô thị Việt Nam. Tuy nhiên, hư hỏng và nứt nẻ của kết cấu khối lớn gây ra do ứng suất nhiệt, xảy ra khi xi măng thủy hóa, ngày càng trở nên phổ biến và ảnh hưởng lớn đến độ bền và độ tin cậy của chúng. Bài báo này đã sử dụng tiêu chuẩn ACI 211.1-02 để xác định thành phần của bê tông nặng và phần mềm Midas Civil để xác định được chế độ nhiệt và ứng suất nhiệt, từ đó đánh giá khả năng hình thành vết nứt trong khối móng bê tông ở độ tuổi sớm.

Sử dụng chương trình Midas Civil đã xác định được nhiệt độ tối đa tại tâm của khối móng bê tông nghiên cứu là 73,04°C sau 72 giờ kể từ khi bắt đầu trộn nguyên liệu với nước. Đồng thời, đã xác định được chênh lệch nhiệt độ giữa điểm tại tâm khối móng (nút 97) và các điểm trên bề mặt khối móng đó (nút 141 và 98) lần lượt là 33,04°C và 34,1°C. Bên cạnh đó, tại các nút 141 và 98 ở mặt ngoài của khối bê tông này sau khi đổ 30 giờ, ứng suất kéo do nhiệt thủy hóa của xi măng đã lớn hơn cường độ kéo của bê tông, dẫn đến sự hình thành vết nứt trên các bề mặt. Vì vậy, để kiểm soát và ngăn ngừa vết nứt phát triển, cần phải có các biện pháp bảo dưỡng thích hợp các bề mặt của khối móng trong quá trình hỗn hợp bê tông đóng rắn.

Từ khóa: Bê tông nặng; cường độ kéo; nứt do nhiệt; chế độ nhiệt; ứng suất nhiệt.

1. Đặt vấn đề

Trong những năm gần đây, kết cấu bê tông và bê tông cốt thép toàn khối đang được sử dụng rất phổ biến trong xây dựng các tòa nhà cao tầng, siêu cao tầng, cầu nhịp lớn trên biển, các công trình ngầm dưới sâu và nhiều công trình khác ở Việt Nam bởi những ưu điểm vượt trội của nó so với các vật liệu khác. Tuy nhiên, trong các kết cấu khối lớn thì thành phần đá xi măng trong cấu trúc có xu hướng co lại do quá trình xi măng thủy hóa và hỗn hợp bê tông mất nước tự do. Vì vậy, tại vùng tiếp giáp của đá xi măng và cốt liệu lớn thường xuất hiện các vết nứt vì co ngót không đều (Tang Van Lam et al., 2018; Ngo Xuan Hung, Tang Van Lam et al., 2018). Ngoài ra do kết cấu kích thước lớn nên trong quá trình bê tông đóng rắn nhiệt lượng giải phóng do sự thủy hóa của xi măng với nước ở các tuổi sớm, rất khó để truyền từ các lớp bê tông phía trong khối móng ra bên ngoài, dẫn đến có sự chênh lệch nhiệt độ lớn giữa khu vực trung tâm và các bề mặt bên ngoài của khối bê tông (Shengxing Wu et al., 2011; Cui W. et al., 2015). Khi giá trị của chênh lệch nhiệt này là đáng kể sẽ hình thành các ứng suất kéo do sự xuất hiện đột ngột của Gradient nhiệt độ cao, và kết quả là vết nứt sẽ xuất hiện tại tâm hoặc trên các bề mặt của kết cấu, làm giảm cường độ và độ bền của các công trình (Wu Y, Luna R, 2001; Adrian M, Lawrence, 2009).

Do đó, việc kiểm soát chế độ nhiệt và trạng thái ứng suất nhiệt là rất quan trọng để đánh giá xác suất xuất hiện các vết nứt trong khối bê tông ở các tuổi sớm (Kjellman O, Olofsson J., 1999; Zhu Bofang, 2014). Tuy nhiên, việc tổ chức kiểm soát như vậy trong thực tế thường rất khó khăn, đặc biệt là trong các cấu trúc có kích thước lớn, chẳng hạn như các phần ngầm của tòa nhà siêu cao tầng, nền móng của những cây cầu có nhịp lớn ... (Nguyen Trong Chuc et al., 2018, Tang Van Lam et al., 2018; Kopylov V.D. et al. 2012).

Trong nghiên cứu này, cấp phối sơ bộ của bê tông được xác định theo tiêu chuẩn ACI 211.1-02 và sử dụng phần mềm Midas Civil để xác định được chế độ nhiệt, nhiệt độ tối đa và ứng suất do nhiệt, để từ đó đánh giá khả năng hình thành vết nứt trong khối móng bê tông ở các tuổi sớm ngày.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu sử dụng

Trong nghiên cứu này đã sử dụng các loại vật liệu như sau:

* Tác giả liên hệ

Email: lamvantang@gmail.com

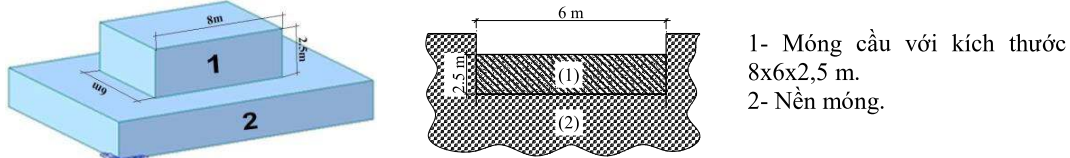
- Xi măng Portland (X) PC 40 Tam Điệp với khối lượng riêng là $3,12 \text{ g/cm}^3$ và nhiệt độ nhiệt tối đa phát sinh trong quá trình hydrat hóa của loại xi măng là 209 kJ/kg .
- Cát vàng của sông Lô (C) với mô đun độ lớn $M_K = 2,85$, khối lượng riêng $2,67 \text{ g/cm}^3$, khối lượng thể tích trung bình ở trạng thái đầm chặt 1650 kg/m^3 và thành phần hạt của cát thỏa mãn yêu cầu theo TCVN 7572:2006.
- Đá dăm được nghiền đá Bazan (D) với $D_{\max}=20 \text{ mm}$, khối lượng riêng $2,66 \text{ g/cm}^3$, khối lượng thể tích trung bình ở trạng thái đầm chặt 1650 kg/m^3 .
- Nước trộn hỗn hợp bê tông (N) là nước máy sinh hoạt.

1.2. Phương pháp nghiên cứu

- Cấp phối sơ bộ của hỗn hợp bê tông được xác định theo tiêu chuẩn ACI 211.1-02 (Mỹ).
- Tính công tác của hỗn hợp bê tông được xác định thông qua độ sụt của côn hình nón cụt, phù hợp với tiêu chuẩn GOST 10181-2014 (Nga).
- Cường độ nén của bê tông được xác định trên mẫu hình lập phương, cạnh 15 cm theo tiêu chuẩn GOST 10180-2012 (Nga).
- Modun đàn hồi của bê tông được xác định theo tiêu chuẩn ACI 318-2005 (Mỹ).
- Nhiệt lượng thủy hóa lớn nhất của xi măng xác định theo tiêu chuẩn ASTM C186-17 (Mỹ).
- Chế độ nhiệt, nhiệt độ tối đa và ứng suất do nhiệt trong khối móng bê tông được xác định theo phương pháp phần tử hữu hạn và dựa vào chương trình Midas Civil.

1.3. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng của nghiên cứu này là khối móng của cầu vượt bằng bê tông cốt thép với kích thước $8 \times 6 \times 2,5 \text{ m}$ (Hình 1). Kết cấu được thi công vào mùa hè ở miền Trung của Việt Nam.



Hình 1. Hình dạng phác thảo và mặt cắt ngang của khối móng bê tông nghiên cứu

3. Kết quả và thảo luận

1.1. Tính toán cấp phối sơ bộ của hỗn hợp bê tông nghiên cứu

Hỗn hợp bê tông trong nghiên cứu này cần đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật như sau:

- Tính công tác của hỗn hợp bê tông xác định theo độ sụt (SN, cm) của côn hình nón cụt tiêu chuẩn, $SN = 80 - 100 \text{ mm}$.
- Cường độ nén ở tuổi 28 phải đạt 35 MPa .
- Thể tích của không khí cuốn vào hỗn hợp bê tông trong quá trình trộn là 1% .

Dựa vào tiêu chuẩn ACI 211.1-02 đã xác định được cấp phối cơ sở của hỗn hợp bê tông, đã được thể hiện trong bảng 1. Kết quả thí nghiệm các tính chất của hỗn hợp bê tông và bê tông thu được từ cấp phối nêu trên được trình bày trong bảng 2.

Bảng 1. Cấp phối sơ bộ và tính chất của hỗn hợp bê tông

Cấp phối của hỗn hợp bê tông (kg/m^3)				Tính chất của hỗn hợp bê tông		
X	C	D	N	$\frac{N}{X}$	Khối lượng thể tích (kg/m^3)	SN (mm)
436	696	1023	205	0,47	2360	95

Bảng 2. Tính chất cơ lý của bê tông

Khối lượng thể tích trung bình (kg/m^3)	Cường độ nén trung bình (MPa)				Cường độ kéo khi uốn trung bình ở tuổi 28 ngày (MPa)
	3 ngày	7 ngày	14 ngày	28 ngày	
2355	19,52	25,04	31,17	36,3	3,11

Từ cường độ nén trung bình của bê tông ở tuổi 28 ngày và theo tiêu chuẩn ACI 318-2005, mô đun đàn hồi được xác định theo công thức sau:

$$E_c = 4730 \sqrt{R_{n,28}^{bt}} = 4730 \sqrt{36,3} \approx 28500 \text{ (MPa)} \quad (1)$$

Từ các kết quả thực nghiệm trong bảng 1 và 2 có thể thấy rằng: thành phần cấp phối của hỗn hợp bê tông thu được theo tiêu chuẩn ACI 211.1-02, có tính công tác thỏa mãn điều kiện thiết kế ban đầu và cường độ nén ở tuổi 28 ngày đáp ứng được yêu cầu cho phép. Ngoài ra, giá trị cường độ nén thực nghiệm cho thấy rằng tốc độ phát triển cường độ của loại bê tông này là khá nhanh, ở tuổi 3 ngày đã được 54% cường độ ở 28 ngày.

1.2. Tính toán chế độ nhiệt độ và trạng thái ứng suất nhiệt trong khối móng bê tông nghiên cứu

1.2.1. Các lý thuyết đánh giá xác suất hình thành vết nứt trong khối bê tông ở tuổi sớm

Theo các tiêu chuẩn hiện nay, đánh giá xác suất xảy ra các vết nứt do ứng suất nhiệt trong kết cấu bê tông khối lớn có thể thực hiện theo các lý thuyết sau đây:

- Theo TCVN 305: 2004 (TCXDVN 305:2004, 2004): có hai yếu tố gây ra các vết nứt trong kết cấu bê tông khối lớn khi đóng rắn ở các tuổi sớm là:

- + Chênh lệch nhiệt độ giữa hai điểm trong khối bê tông: $\Delta T > 20^{\circ}\text{C}$.
- + Gradient nhiệt độ trong quá trình bê tông đóng rắn $M_T \geq 50^{\circ}\text{C}/\text{m}$.

- Theo các nghiên cứu (Francisco D., Rikard J., 2016), khi ứng suất kéo do nhiệt trong bê tông $\sigma_t(\tau_c)$ tại thời điểm τ_c cao hơn so với giới hạn độ bền kéo khi uốn $R_u(\tau_c)$ của nó, thì vết nứt sẽ hình thành trong khối bê tông.

1.2.2. Tính chất vật liệu và điều kiện của môi trường

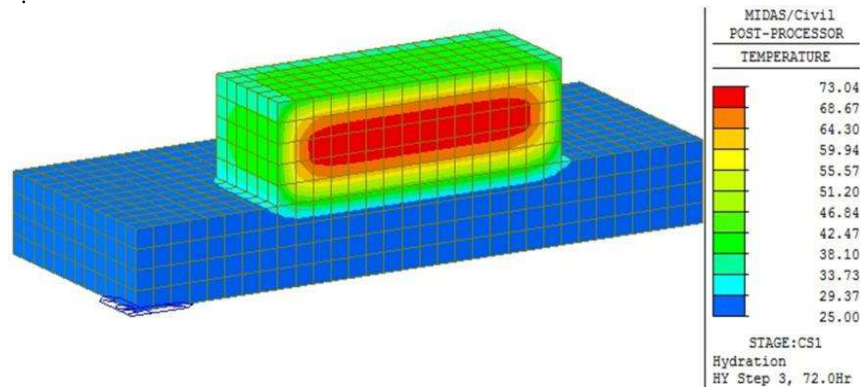
Các tính chất cơ lý của bê tông nghiên cứu được trình bày trong bảng 3. Khối lượng xi măng, khối lượng thể tích trung bình, cường độ nén và cường độ kéo trung bình ở tuổi 28 ngày của bê tông đã được đưa ra trong bảng 1 và 2. Mô đun đàn hồi của bê tông đã được tính theo công thức (1). Giá trị điển hình của hệ số giãn nở nhiệt của bê tông được lựa chọn bằng $1,0 \cdot 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ (Hichem M. et al., 2017).

Theo nghiên cứu (Tang Van Lam et al., 2018) nhiệt độ của hỗn hợp bê tông khi đổ là 20°C và được giữ không đổi trong suốt quá trình thi công. Nhiệt độ của không khí trung bình hàng ngày được lựa chọn bằng 30°C .

Bảng 3. Các tính chất của bê tông và nền móng trong nghiên cứu

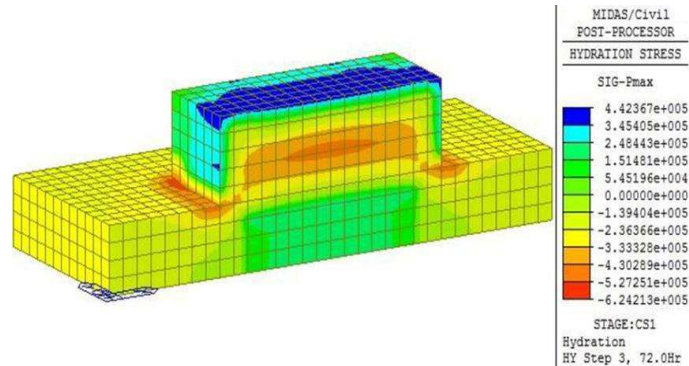
Các tính chất	Bê tông	Nền móng
Hệ số dẫn nhiệt, $\text{W}/(\text{m} \cdot ^{\circ}\text{C})$	2,31	3,64
Nhiệt dung riêng, $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C})$	0,96	0,84
Hệ số truyền nhiệt từ bề mặt tiếp xúc của bê tông vào không khí, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$	13,88	13,62
Hệ số giãn nở nhiệt tuyến tính, $1/^{\circ}\text{C}$ (Abdallah I. et al.. 2003)	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$
Hệ số Poisson (Abdallah I. et al.. 2003)	0,20	0,20
Nhiệt lượng lớn nhất của xi măng khi thủy hóa, kJ/kg	209	-
Khối lượng xi măng, kg	436	-
Khối lượng thể tích trung bình, kg/m^3	2355	2700
Nhiệt độ của hỗn hợp bê tông ban đầu, $^{\circ}\text{C}$	20	-
Cường độ nén trung bình, MPa	36,3	-
Cường độ kéo khi uốn trung bình, MPa	3,11	-
Modun đàn hồi, MPa	28500	20000

Sử dụng phần mềm Midas Civil, kết quả tính toán trường nhiệt của khối móng từ loại bê tông này đã được thể hiện trên Hình 2.



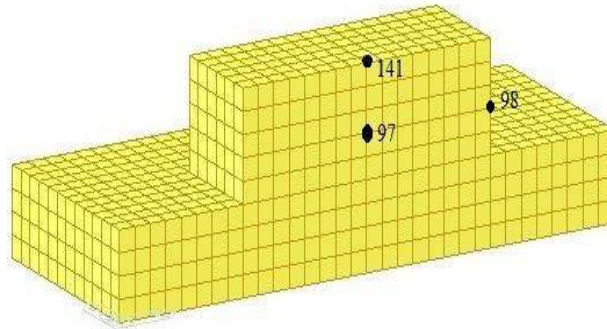
Hình 2. Trường nhiệt độ trong khối móng bê tông sau 72 giờ thi công

Từ các kết quả thu được trong hình 2 cho thấy rằng, nhiệt độ tối đa trong khối móng bê tông là $T_{max} = 73,04^{\circ}\text{C}$ sau 72 giờ đổ bê tông. Sau đó, nhiệt độ bắt đầu giảm dần về nhiệt độ của môi trường xung quanh. Trạng thái ứng suất nhiệt xuất hiện trong khối móng bê tông này vào thời điểm đó được thể hiện trên Hình 3.



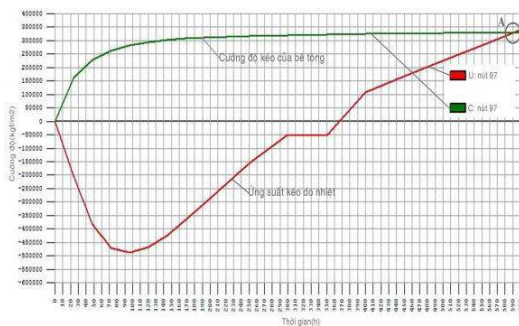
Hình 3. Trường ứng suất nhiệt trong khối móng bê tông nghiên cứu sau 72 giờ đổ bê tông

Từ kết quả phân tích được thể hiện trên Hình 3 đã cho thấy, ứng suất nhiệt trên bề mặt phía trên của khối móng đạt giá trị lớn nhất $\sigma_t = 4,42367 \text{ MPa}$ tại thời điểm 72 giờ sau khi đổ hỗn hợp bê tông.

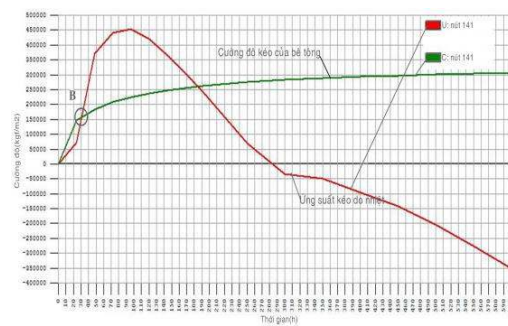


Hình 4. Ba vị trí nguy hiểm của khối móng bê tông nghiên cứu

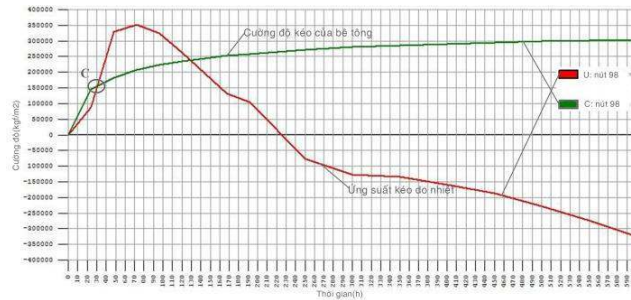
Mặt khác, nếu chênh lệch nhiệt độ giữa tâm và bề mặt khối bê tông vượt quá giới hạn cho phép, điều này có thể dẫn đến ứng suất nhiệt quá mức do Gradient nhiệt độ đột ngột trong quá trình bê tông đông rắn, kết quả là thường xuất hiện các vết nứt trong kết cấu ở các tuổi sớm. Do đó, việc phân tích trạng thái ứng suất nhiệt cần được thực hiện tại ba vị trí nguy hiểm nhất của kết cấu đang được nghiên cứu, bao gồm vị trí trung tâm - tại nút số 97, vị trí tại bề mặt ngoài phía trên - nút số 141 và vị trí tại bề mặt ngoài bên phải - nút số 98, ba điểm này được thể hiện trên Hình 4. Kết quả phân tích quá trình phát triển ứng suất kéo do nhiệt độ theo thời gian tại các nút này được thể hiện trong các hình 5, 6 và 7. Trong đó: A, B và C tương ứng là thời điểm bắt đầu xuất hiện vết nứt tại các nút 97, 141 và 98 khi ứng suất kéo do nhiệt trong khối bê tông cao hơn giới hạn cường độ kéo khi uốn của nó.



Hình 5. Quá trình phát triển ứng suất nhiệt ở nút số 97 theo thời gian



Hình 6. Quá trình phát triển ứng suất nhiệt ở nút số 141 theo thời gian



Hình 7. Quá trình phát triển ứng suất nhiệt ở nút số 98 theo thời gian

4. Kết luận

1. Có thể sử dụng vật liệu sẵn có tại Việt Nam và tiêu chuẩn ACI 211.1-02 để thu được cấp phối bê tông nặng dùng cho kết cấu bê tông cốt thép toàn khối với tính công tác của hỗn hợp bê tông xác định theo độ sụt của côn hình nón cụt tiêu chuẩn là 95 mm, cường độ nén và cường độ kéo khi uốn của bê tông ở tuổi 28 ngày lần lượt là 36,3 MPa và 3,11 MPa.

2. Sử dụng chương trình Midas Civil đã xác định được nhiệt độ tối đa tại trung tâm của khối bê tông đã nghiên cứu là $T_{\max} = 73,04^{\circ}\text{C}$ sau 72 giờ kể từ khi bắt đầu trộn nguyên liệu với nước. Sau đó, nhiệt độ này bắt đầu giảm dần về nhiệt độ môi trường. Đồng thời, tại thời điểm đó ứng suất nhiệt trên bề mặt phía trên của khối móng đạt giá trị lớn nhất là σ_t (72 giờ) = 4,423 MPa.

3. Tại các nút 98 và 141 trên khối bê tông nghiên cứu, sau 30 giờ đổ hỗn hợp bê tông, giá trị ứng suất kéo do nhiệt đã bắt đầu vượt quá giá trị cho phép của cường độ kéo khi uốn của bê tông, do đó có sự hình thành các vết nứt trên bề mặt khối bê tông. Vì vậy, để ngăn ngừa vết nứt, cần phải đảm bảo việc bảo dưỡng các bề mặt bê tông trong giai đoạn 30 giờ sau khi thi công.

4. Ở trung tâm của khối móng bê tông - nút 97, giá trị của ứng suất kéo do nhiệt vượt quá giá trị cường độ kéo khi uốn tại thời điểm 590 giờ (tức là hơn 24 ngày) sau khi đổ hỗn hợp bê tông, nhưng ở thời điểm này bê tông đã đạt được yêu cầu về cường độ, nên nguy cơ nứt tại trung tâm của khối móng gây ra do nhiệt lượng trong quá trình hydrat hóa của xi măng là không nhiều và không nguy hiểm.

Tài liệu tham khảo

- Abdallah I. Husein Malkawi; Saad A. Mutasher, Tony J. Qiu, 2003. Thermal - Structural Modeling and Temperature Control of Roller Compacted Concrete Gravity Dam. *Journal of Performance of Constructed facilities Asce*, Nov., 2003, DOI:10.1061/~ASCE!0887-3828~2003!17:4 ~177.
- Adrian M, Lawrence, 2009. *A finite element model for the prediction of thermal stresses in mass concrete*. University of Florida, 46 p.
- Cui W., Chen W., Wang N, 2015. Thermo-hydro-mechanical coupling analysis of early-age concrete with behavioral changes considered and its application, *China Civil Engineering Journal*, 48(2): 44-53.
- Francisco D., Rikard J., 2016. Early-Age Thermal Cracking in Concrete, A FE-Modelling approach, Master's Thesis in the Master's Programme Structural Engineering and Building Technology. *Department of Civil and Environmental Engineering*, Göteborg, Sweden, 87 p.
- Hichem M., Mustapha K.M., Khaled G., Zainah I., 2017. Study of uplift pressure effect in roller compacted concrete gravity dam. *37th Annual USSD Conference Anaheim, California*, April 3-7. 20 p.
- Kjellman O, Olofsson J., 1999. 3D structural analysis of crack risk in hardening concrete structures. *Verification of a three-step engineering method*, Contract No.: TG 4/N2. 82 p.
- Kopylov V.D., Nguyen Qui Duc, Ho Ngoc Khoa, 2012. Physical processes occurring in hardening concrete in hot climates. *Industrial and civil construction*, No. 5: 45-52.
- Ngô Xuân Hùng, Tang Van Lam, Булгаков Б.И., Александрова О.В., Ларсен О.А., Ха Хоа Ки, А.И., 2018. Мельникова. Влияние золы рисовой шелухи на свойства гидротехнических бетонов // *Научно-технический журнал по строительству и архитектуре «Вестник МГСУ»*, 2018, том 13, выпуск 6(117): 768-777, DOI: 10.22227/1997-0935.2018.6.768-777
- Nguyen Trong Chuc, Tang Van Lam, Boris Bulgakov, 2018. Designing the Composition of Concrete with Mineral Additives and Assessment of the Possibility of Cracking in Cement-Concrete Pavement. *Materials Science Forum*. 931: 667-673, DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.931.667.
- Shengxing Wu, Donghui Huang, Feng-Bao Lin, Haitao Zhao, Panxiu Wang., 2011. Estimation of cracking risk of concrete at early age based on thermal stress analysis. *J. Therm Anal Calorim*, 105, DOI 10.1007/s10973-011-1512-y: 171-186.

Tang Van Lam, Nguyen Trong Chuc, Ngo Xuan Hung, Dang Van Phi, Boris Bulgakov, Sophia Bazhenova, 2018. Effect of natural pozzolan on strength and temperature distribution of heavyweight concrete at early ages. *Environmentally-Friendly Building Construction*, 03024, 11. DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201819303024>

Tang Van Lam, Nguyen Trong Chuc, Boris Bulgakov, Pham Ngọc Anh, 2018. Composition and early-age temperature regime in massive concrete foundation. *XXVII R-S-P Seminar 2018, Theoretical Foundation of Civil Engineering*, DOI: 10.1051/mateconf/201819604017

TCXDVN 305:2004, 2004. *Massive concrete - Rules for the construction and acceptance*. Hanoi, 10 p.

Wu Y, Luna R, 2001. Numerical implementation of temperature and creep in mass concrete. *Finite Elem, Anal. Des.* 37(2): 97–106.

Zhu Bofang, 2014. *Thermal Stresses and Temperature Control of Mass Concrete*. Published by Elsevier Inc. 245 p.

ABSTRACT

Composition and crack evaluation of early age concrete in the massive foundation

Tang Van Lam¹, Vu Kim Dien¹, Ngo Xuan Hung¹, Đang Van Phi², Boris Bulgakov¹

¹National Research Moscow State University of Civil Engineering

²Hanoi University of Mining and Geology

In recent years, many large-scale constructions from monolithic concrete structures have been built in different regions of Vietnam. However, structures damage and cracking, caused by temperature stresses, become more popular and strong impact on operation reliability and durability. In this article, the standard ACI 211.1-09 was used to determine the composition of heavyweight concrete. Assessment of cracking in early age concrete was made by analysis of temperature field and the thermal-stress.

By applying the computer program Midas Civil, the maximum temperature in the concrete foundation center which was determined after 72 hours from the commencement of mixing of raw materials with water, equal to 73.04⁰C. At the same time, the structure temperature difference between the center (node 97) and surface (nodes 141 and 98) was 33.04⁰C and 34.1⁰C, respectively. In addition, at nodes 141 and 98 of the concrete foundation at 30 hours of concrete hardening, the tensile stress is greater than the tensile strength of the concrete leading to crack formation on the concrete surface. Therefore, in order to prevent cracking, it is necessary to ensure proper care of the foundation surface during the concrete hardening.

Keywords: heavyweight concrete; tensile strength; crack formation; temperature regime; thermal-stress.