

MÔ HÌNH HÓA VÀ PHÂN TÍCH SỰ LÀM VIỆC KẾT CẤU BÊTÔNG CỐT THÉP BẰNG PHẦN MỀM ANSYS

MODELING AND ANALYSIS OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES BY USING THE PROGRAM ANSYS

TRẦN ANH THIÊN

Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Đà Nẵng

TÓM TẮT

Để phân tích sự làm việc của kết cấu bê tông cốt thép đòi hỏi phải tìm ra ứng suất và biến dạng của cốt thép và bê tông tại mọi vị trí trong kết cấu. Bài báo trình bày hai phương pháp mô hình hóa phần tử hữu hạn kết cấu bê tông cốt thép, sử dụng phần mềm Ansys.

ABSTRACT

It is necessary to find out the stresses and strains of steel reinforcement and concrete at all places in the structure in order to analyse the behaviour of reinforced concrete structures. This paper presents two different finite element models simulating concrete structures, using the Ansys program.

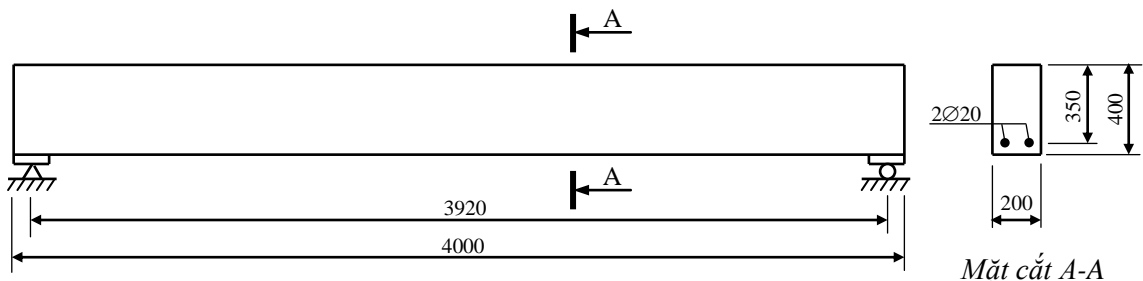
1. Đặt vấn đề

Khó khăn lớn trong phân tích phần tử hữu hạn các kết cấu bê tông cốt thép xuất phát từ sự phức hợp của vật liệu. Để thực hiện các nghiên cứu về sự làm việc của bê tông cốt thép, các thành phần cốt thép và bê tông cùng các đặc trưng cơ học của chúng cần được mô tả một cách chính xác.

Bài viết này phát triển hai mô hình phần tử hữu hạn khác nhau để mô phỏng sự làm việc của một dầm bê tông cốt thép, thông qua phần mềm Ansys. Các kết quả quan trọng cần xác định là tải trọng gây nứt, tải trọng phá hoại, biểu đồ tải trọng - độ võng và biểu đồ tải trọng - ứng suất kéo trong cốt thép. Những kết quả này được so sánh với nhau, từ đó rút ra các kết luận và nhận xét nhằm đề xuất các phương án mô hình hóa kết cấu bê tông cốt thép trong thực tế.

2. Sơ đồ kết cấu

Kết cấu được sử dụng trong nghiên cứu này là một dầm đơn giản bằng bê tông cốt thép chịu tải trọng phân bố đều. Sơ đồ dầm và cốt thép chịu lực trong dầm được thể hiện trên hình 1.



Hình 1. Sơ đồ dầm bê tông cốt thép

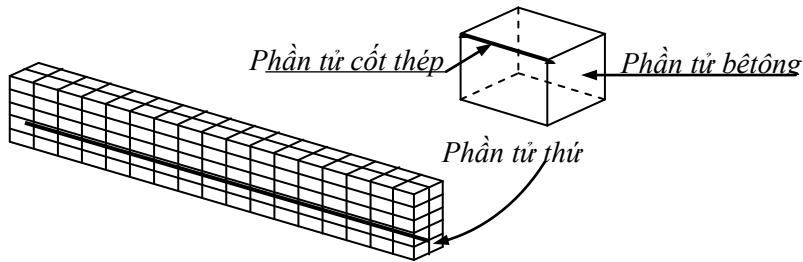
Các đặc trưng cơ học của bê tông: cường độ chịu nén 40MPa; cường độ chịu kéo 3,8MPa; mô đun đàn hồi $3,45 \times 10^4$ MPa; hệ số Poisson 0,2. Các đặc trưng cơ học của cốt thép:

cường độ chịu kéo 500MPa; môđun đàn hồi 2×10^5 MPa; hệ số Poisson 0,3. Hai bản thép ở hai đầu dầm để tránh ứng suất tập trung vùng gần gối tựa, chiều dày các bản thép 20mm.

3. Mô hình hóa phần tử hữu hạn kết cấu

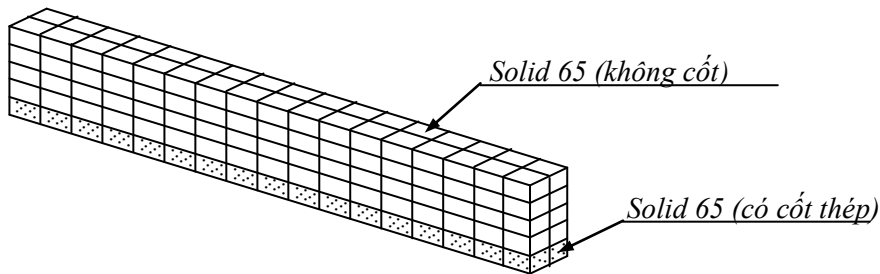
Tận dụng tính chất đối xứng của dầm và tải trọng, ta chỉ cần khảo sát một phần tư dầm. Hai phương pháp để mô hình hóa kết cấu được trình bày như sau.

Phương pháp 1: Sử dụng các phần tử cơ bản để mô hình hóa cốt thép và bê tông. Trong phần mềm Ansys, với cốt thép dùng phần tử thanh Link 8 có 2 nút, với bê tông dùng phần tử khối Solid 65 có 8 nút, các nút đều có ba bậc tự do.



Hình 2. Mô hình hóa cốt thép và bê tông theo phương pháp

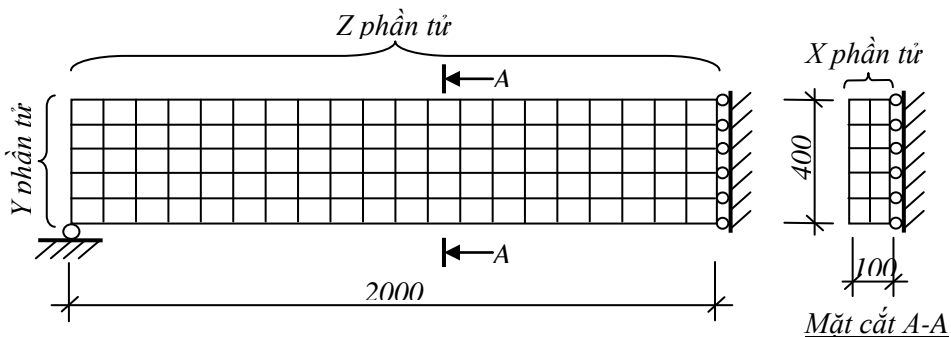
Phương pháp 2: Sử dụng chức năng mô hình hóa bê tông có cốt thép bằng phần tử khối Solid 65 của Ansys. Những phần tử bê tông không có cốt thép vẫn có thể được mô tả bằng phần tử khối này bằng cách không thể hiện cốt thép.



Hình 3. Mô hình hóa cốt thép và bê tông theo phương pháp

Riêng tám đệm gối tựa bằng thép được mô tả bằng phần tử khối Solid 45, mỗi nút cũng có 3 bậc tự do.

Trước hết cần nghiên cứu sự hội tụ của các kết quả số để xác định độ mịn cần thiết của lưới chia các phần tử. Để đơn giản mà không ảnh hưởng đến tính chính xác của bài toán, vật liệu bê tông được dùng thay cho bê tông cốt thép. Sơ đồ lưới chia các phần tử như hình 4.



Hình 4. Lưới chia các phần tử

Bốn trường hợp được khảo sát với mức độ tăng dần độ mịn của các phân tử. Các thông tin về số phân tử của các trường hợp này được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1. Các trường hợp được xem xét

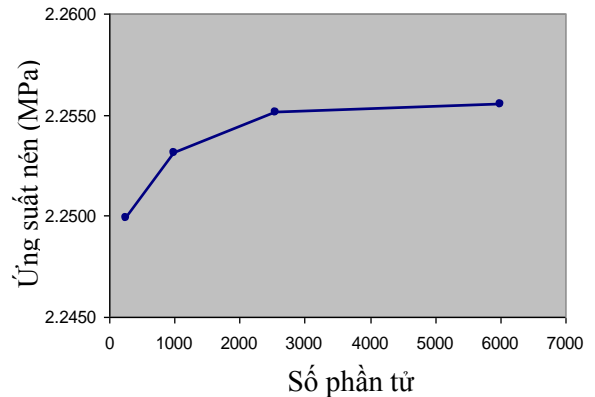
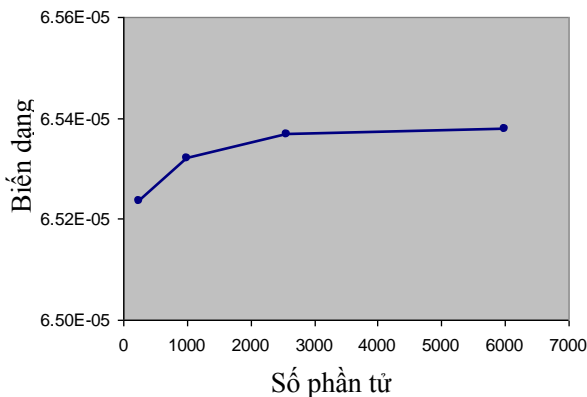
Trường hợp	X (phần tử)	Y (phần tử)	Z (phần tử)	Số lượng phân tử trong ¼ dầm	Số lượng phân tử trong toàn dầm
1	1	4	16	64	256
2	2	5	25	250	1000
3	2	8	40	640	2560
4	3	10	50	1500	6000

Các kết quả số được ghi nhận và so sánh với nhau. Hai đại lượng được phân tích là biến dạng của thớ bê tông ở bên dưới dầm và ứng suất nén trong thớ bê tông ở bên trên dầm, tất cả đều được xét tại tiết diện giữa nhịp. Kết quả được tổng hợp trong bảng 2.

Bảng 2. Biến dạng và ứng suất nén trong bê tông

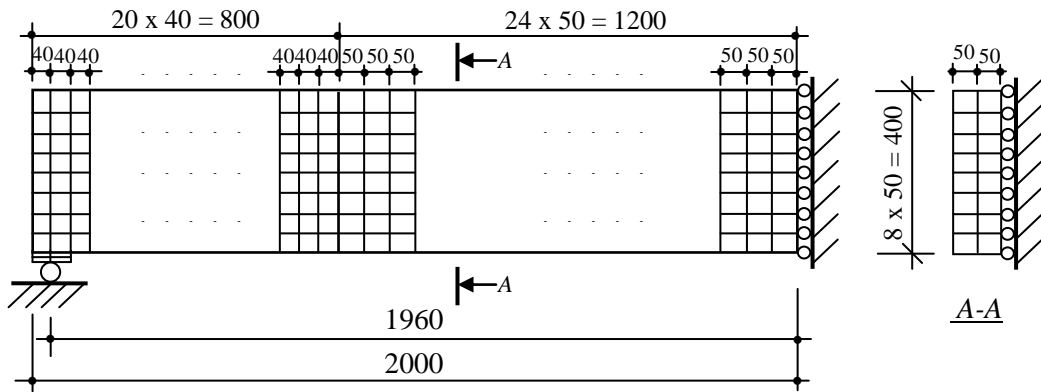
Trường hợp	Biến dạng	Ứng suất nén (MPa)
1	6.5236E - 05	2.2499
2	6.5320E - 05	2.2531
3	6.5368E - 05	2.2551
4	6.5379E - 05	2.2555

Sự so sánh sẽ trực quan hơn khi các số liệu được thể hiện thành đồ thị như sau:



Hình 5. Biến dạng của thớ bê tông bên dưới dầm Hình 6. Ứng suất nén của thớ bê tông bên trên dầm

Từ hai đồ thị trên, có thể thấy rõ rằng các đại lượng khảo sát hầu như có giá trị không đổi khi số phân tử tăng từ 2560 lên 6000. Nói cách khác, các kết quả số xem như là chính xác với một lưới chia ít nhất là 2560 phân tử, dĩ nhiên các phân tử được chia phải thỏa mãn các tính chất cần thiết. Nhận xét này được áp dụng để mô hình hóa dầm bê tông cốt thép. Sơ đồ lưới chia các phân tử cho cả hai mô hình 1 và 2 được thể hiện trên hình 7.

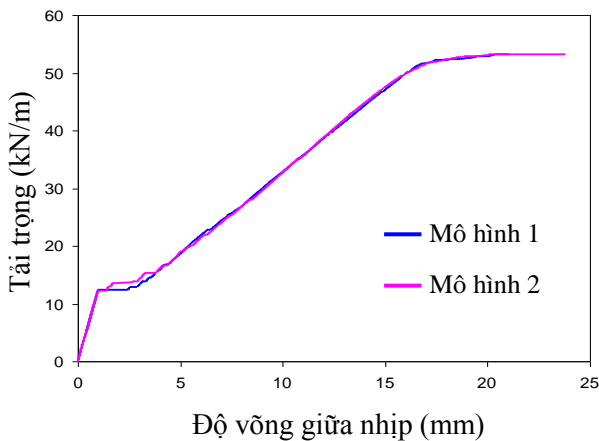


Hình 7. Lưới chia các phần tử cho mô hình 1 và 2

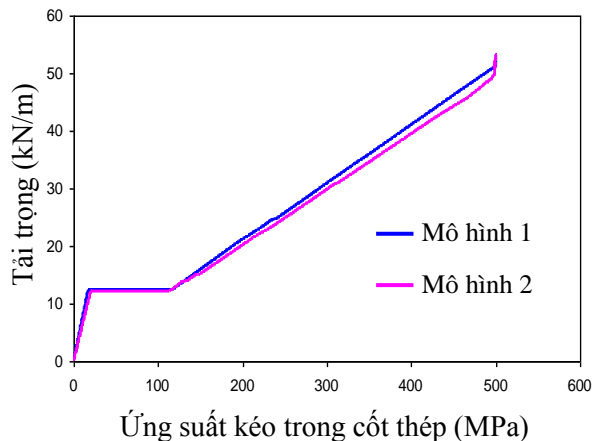
4. Kết quả tính toán

Tính toán cho thấy kết quả tìm được theo hai phương pháp trên hoàn toàn xấp xỉ nhau. Cụ thể, tải trọng gây nứt cho dầm lần lượt là 12,34 kN/m và 12,16 kN/m với mô hình 1 và mô hình 2, còn tải trọng gây phá hoại dầm tương ứng trong hai trường hợp là 53,22 kN/m và 53,21 kN/m.

Từ kết quả tính toán số cũng có thể vẽ được biểu đồ tải trọng - độ võng giữa nhịp và biểu đồ tải trọng - ứng suất kéo trong cốt thép như hình 8 và hình 9. Đồ thị cho thấy các kết quả tính trong hai trường hợp cũng chỉ sai khác một lượng không đáng kể.



Hình 8. Biểu đồ tải trọng - độ võng



Hình 9. Biểu đồ tải trọng - ứng suất kéo trong cốt thép

5. Kết luận

Kết quả phân tích cho thấy hai phương pháp mô hình hóa cho kết quả gần như nhau. Sự sai lệch chỉ là 1% đối với tải trọng gây nứt và 0,02% đối với tải trọng phá hoại dầm. Biểu đồ tải trọng - độ võng và biểu đồ tải trọng - ứng suất kéo trong cốt thép trong hai trường hợp cũng gần như trùng lặp.

Tuy nhiên, mô hình 2, sử dụng phần tử mẫu Solid 65 mô tả vật liệu bê tông cốt thép, sẽ giúp giảm thời gian tính toán khá nhiều so với mô hình 1 chỉ sử dụng các phần tử cơ bản mô tả riêng rẽ cốt thép và bê tông. Trong ví dụ tính toán này, mô hình 2 đã tiết kiệm khoảng 30% thời gian tính toán so với mô hình 1. Cốt thép trong kết cấu càng nhiều, sự khác biệt sẽ càng

lớn. Điều này có ý nghĩa đặc biệt quan trọng khi thực hiện các nghiên cứu phân tích sự làm việc của kết cấu bê tông cốt thép cần các kết quả đáng tin cậy. Chỉ nên chú ý rằng việc mô phỏng phân tử bê tông cốt thép theo mô hình 2 cũng như truy xuất các dữ liệu tính toán cần được tiến hành thận trọng để tránh các nhầm lẫn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] *Ansys References*, Release 6.1, Ansys Inc.
- [2] Cook, R. D., Malkus, D. S. & Plesha, M. E., *Concepts and Applications of Finite Element Analysis*, John Wiley & Sons, 1989.
- [3] Nguyễn Văn Phái, Trương Tích Thiện..., *Giải bài toán cơ kỹ thuật bằng chương trình Ansys*, Nxb Khoa học và Kỹ thuật, TP HCM, 2003.
- [4] Warner, R. F. et al., *Concrete Structures*, Longman, 1998.
- [5] Zienkiewicz, O. C. & Taylor, R. L., *The Finite Element Method*, McGraw-Hill Book Company, Vol 1 1989, Vol 2 1991.