

PHÂN TÍCH ỨNG LỰC KẾT CẤU MÓNG BÈ DẠNG BẢN KHÔNG SƯỜN ỨNG LỰC TRƯỚC TRÊN NỀN ĐÀN HỒI

Analyse post-tension mat foundation structures on elastic background

Nguyễn Đăng Khoa^{1*}, Nguyễn Khánh Hùng^{1#}, Hứa Thành Thân²

*ndk2808@yahoo.com.vn; #nguyenkhanhhung1979@gmail.com

¹Khoa Kỹ thuật Công trình Trường Đại học Lạc Hồng, Đồng Nai, Việt Nam

²Khoa Xây dựng Trường Đại học Quang Trung, Bình Định, Việt Nam

Đến tòa soạn: 24/11/2014; Chấp nhận đăng: 15/2/2015

Tóm tắt. Lực ứng suất trước được xác định theo tải trọng cân bằng. Thông thường, các giá trị ứng suất hiệu quả nằm trong khoảng 0,75 – 1,5 MPa, giá trị cân bằng tải trọng khoảng 50% - 100% tải trọng thường xuyên để có thể kiểm soát độ võng, cải thiện khả năng chống xuyên, tránh võng quá mức hay rút ngắn bản. Phân tích sự ảnh hưởng của ứng lực trước đến sự phân bố phản lực đất nền khi thay đổi ứng suất đất nền trong các trường hợp cân bằng tải trọng tương ứng với từng hệ số nền.

Từ khóa: Móng bè ứng lực trước; Cân bằng tải trọng; Phản lực đất nền

Abstract. The prestressing force is sized in general for precompression requirements and/or load balancing criteria. Practical experience recommends effective prestress values in the range from 0,75 to 1,5 MPa, balancing 50% to 100% of the permanent loads. The proposed values are generally appropriate to control slab deflections and improve punching shear resistance, being moderate enough to avoid excessive camber or slab shortening. Analyse the influence of prestressing force on uniform soil pressure distribution when we change subgrade reaction in the different cases of load balancing force to correspond with subgrade factor.

Keywords: Post-tension mat foundation; Balancing force; Subgrade reaction

1. GIỚI THIỆU

Mặc dù công dụng của ứng suất trước trong các kết cấu bên trên đã được ứng dụng rộng rãi, nhưng thực tế kết cấu móng hiếm khi được dự ứng lực. Vì vậy, nếu chúng ta cải thiện cách hiểu và ứng dụng ứng suất trước một cách hợp lý và rộng rãi hơn trong kỹ thuật móng, chúng ta có thể khai thác các lợi điểm như đã biết của ứng suất trước trong kỹ thuật móng.

Mục đích chính của các móng là truyền tải trọng một cách an toàn từ kết cấu bên trên xuống đất nền mà không gây ra tình trạng biến dạng bất thường của móng hoặc của kết cấu bên trên và cũng không vượt quá khả năng chịu tải của đất. Ngoài yêu cầu cơ bản này, các xem xét khác như nhu cầu chống thấm có thể kiểm soát được việc thiết kế các loại móng nhất định.

Mọi thiết kế móng đều phức tạp do sự tương tác đồng thời với kết cấu bên trên móng và đất bên dưới móng. Tuy các đặc tính về vật liệu và tải trọng của kết cấu bên trên đã rất phổ biến, nhưng kiến thức về các tham số đất nền vẫn còn sơ sài và hạn chế. Do đó, việc đơn giản hóa các phương pháp kỹ thuật là rất cần thiết. Thay vì tiến hành các phân tích phức tạp, người thiết kế nên nỗ lực hướng đến một giải pháp thiết kế hợp lý và đưa ra các chỉ tiết thích hợp nhằm mục đích đạt được sự truyền tải trọng một cách chính xác từ kết cấu bên trên qua móng và xuống đất nền. [1] [2]

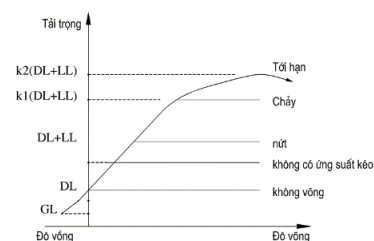
Về bản chất, chúng ta có thể xem móng bè là một bản sàn lật ngược. Trong đó, áp lực đất phân bố đều tại đáy móng sẽ cân bằng với tải trọng bên trên truyền xuống thông qua cột và vách cứng. Lực ứng suất trước được xác định theo tải trọng cân bằng.

2. PHÂN TÍCH SỰ ẢNH HƯỞNG CỦA ỨNG LỰC TRƯỚC ĐẾN SỰ PHÂN BỐ PHẢN LỰC ĐẤT NỀN

2.1 Phương pháp cân bằng tải trọng[3]

Hiện nay, có ba quan niệm đang được sử dụng phổ biến trong việc thiết kế kết cấu ứng suất trước. Trong đó quan niệm về ứng suất coi bê tông ứng suất trước như một vật liệu đàn hồi và có thể được phân tích và thiết kế theo lý thuyết đàn hồi, quan niệm này là cơ sở cho phương pháp thiết kế theo đường hợp lực C-line. Quan niệm thứ hai được gọi là quan niệm về cường độ, coi bê tông ứng suất trước tương tự như bê tông cốt thép và sử dụng cường độ giới hạn.

Quan niệm thứ ba coi bê tông ứng suất trước như một loại tải trọng nhằm cân bằng với một phần tải trọng tác dụng lên kết cấu. So với hai quan niệm đầu, quan niệm về cân bằng tải trọng có ưu điểm hơn hẳn khi phân tích và thiết kế cấu kiện ứng suất trước và đặc biệt là rất dễ sử dụng và như là một phương pháp trực quan trong việc tính toán kết cấu siêu tĩnh, bao gồm cả kết cấu bản móng liên tục.



Hình 1. Các giai đoạn làm việc của cấu kiện bê tông cốt thép ứng suất trước chịu uốn

Để tìm hiểu quan niệm cân bằng tải trọng trong mối quan hệ với hai quan niệm trên, xét quá trình làm việc của cấu kiện ứng suất trước dưới tác dụng của uốn thông qua quan hệ tải trọng - độ võng (Hình 1).

Quá trình làm việc của cấu kiện trải qua các thời điểm:

1. Thời điểm không có độ võng: biểu đồ ứng suất hình chữ nhật qua tiết diện.

2. Thời điểm không có ứng suất kéo: biểu đồ ứng suất hình tam giác với ứng suất bằng 0 tại thớ dưới cùng của dạng dầm đơn giản.

3. Tại thời điểm nứt: xảy ra khi những thớ xa nhất chịu ứng suất đạt tới mô đun phá hoại.

4. Tại thời điểm chảy: tại đó thép chịu ứng suất quá điểm chảy của nó nên sẽ không đạt được sự phục hồi hoàn toàn.

5. Tải trọng giới hạn: là tải trọng lớn nhất mà kết cấu phải chịu tại thời điểm phá hoại.

Trong đó các trường hợp tải trọng khác nhau tác dụng lên cấu kiện là:

- Tải trọng bản thân GL
- Tải trọng tổng cộng DL
- Tải trọng làm việc là tổng của tĩnh tải và hoạt tải DL+LL

• Tải trọng làm việc nhân với hệ số an toàn k_1 để xác định tải trọng điểm chảy nhỏ nhất $k_1(DL+LL)$

• Tải trọng làm việc nhân với hệ số an toàn k_2 để xác định tải trọng điểm chảy nhỏ nhất $k_2(DL+LL)$

Thiết kế dựa trên quan niệm thứ nhất (quan niệm về ứng suất) thực chất là việc cho phép trên tiết diện có (không) xuất hiện ứng suất kéo tại tải trọng làm việc (DL+LL).

Thiết kế dựa trên quan niệm thứ hai (quan niệm về cường độ) bao gồm việc gán trường hợp tải trọng $k_2(DL+LL)$ với cường độ giới hạn của cấu kiện.

Thiết kế dựa trên quan niệm thứ ba (quan niệm về cân bằng tải trọng) bao gồm việc gán trường hợp tải trọng (DL+ k_3LL) với điểm không võng (trong đó hệ số $k_3=0$ hoặc $<<1$ trong một vài trường hợp).

Hiện nay, cả ba phương pháp tính toán đều được sử dụng cho bê tông ứng suất trước. Mỗi phương pháp đều có những ưu nhược điểm riêng. Việc lựa chọn quan niệm nào để tính toán phụ thuộc vào bài toán cụ thể và mục đích đơn giản hóa phân tích và thiết kế. Tuy nhiên, đối với hai phương pháp thiết kế đàn hồi và phương pháp thiết kế giới hạn, nếu một phương pháp được sử dụng trong thiết kế thì phương pháp còn lại được sử dụng để kiểm tra. Nếu phương pháp tính toán theo lý thuyết đàn hồi được sử dụng trong thiết kế thì cần phải kiểm tra cường độ giới hạn của tiết diện để tìm ra liệu cấu kiện có đủ cường độ chịu quá tải hay không. Nếu phương pháp tính toán theo giới hạn được sử dụng trong thiết kế thì phương pháp tính toán theo lý thuyết đàn hồi được áp dụng để xác định liệu tiết diện có chịu quá ứng suất dưới một trường hợp xác định của tải trọng hay không và để kiểm tra độ võng cho cấu kiện.

Đối với phương pháp cân bằng tải trọng, tại điểm khởi đầu thường cho là tĩnh tải của kết cấu được cân bằng hoàn toàn với ứng suất trước hiệu quả. Điều này có ý nghĩa là một lượng nhỏ của độ võng có thể tồn tại dưới ứng suất trước ban đầu. Sau một thời gian, khi tất cả các tổn hao ứng suất đã xảy ra, kết cấu sẽ trở lại vị trí cân bằng. Mặc dù là để cân bằng với tất cả tĩnh tải, nhưng sự cân bằng như vậy có thể yêu cầu một giá trị ứng suất trước rất lớn. Vì một giá trị nhất định của độ võng được cho phép với

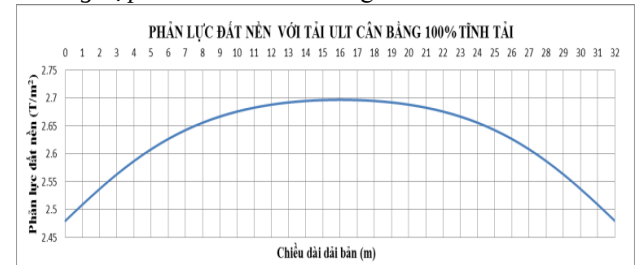
kết cấu không ứng suất trước dưới tĩnh tải, nên phải đưa ra một giá trị giới hạn của độ võng của kết cấu ứng suất trước. Thiết kế cân bằng tải trọng có thể đạt được độ chính xác đáng kể bởi cả tải trọng bản thân và lực ứng suất trước có thể thường được dự đoán chính xác.

2.2 Phân tích sự thay đổi ứng suất đất nền của kết cấu bản móng bè trong trường hợp có và không có ứng lực trước tương ứng với từng hệ số nền

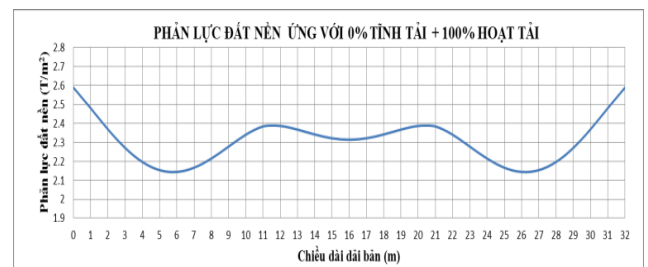
2.2.1 Trường hợp hệ số nền $K = 500 \text{ kN/m}^3$

a. Kết cấu bản móng khi có ứng lực trước

Trường hợp 1: Tải ULT cân bằng 100% tĩnh tải

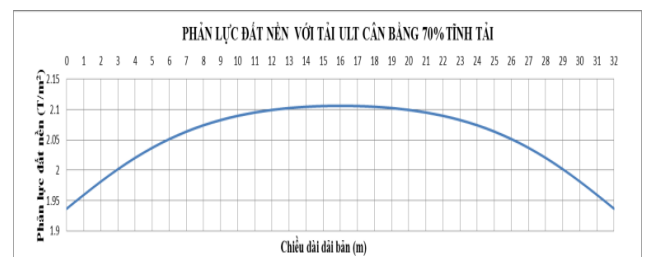


Hình 2. Biểu đồ phân bố áp lực đất nền do ULT (cân bằng 100% tĩnh tải), với hệ số nền $K = 500 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

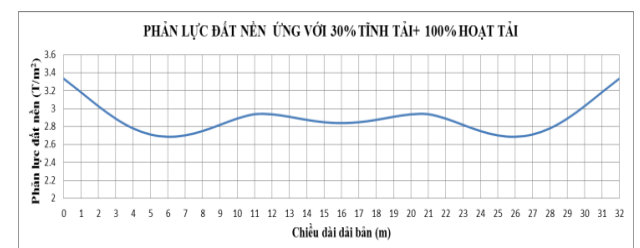


Hình 3. Biểu đồ phân bố áp lực đất nền trong trường hợp 0% tĩnh tải + 100% hoạt tải, với hệ số nền $K = 500 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

Trường hợp 2: Lực ULT cân bằng 70% tĩnh tải

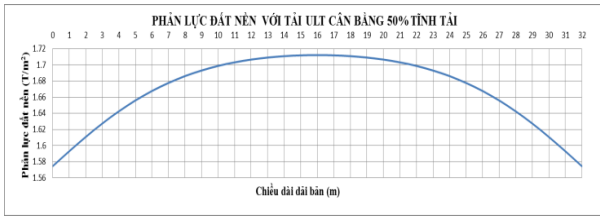


Hình 4. Biểu đồ phân bố áp lực đất nền trong trường hợp tải ULT cân bằng 70% tĩnh tải, với hệ số nền $K = 500 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

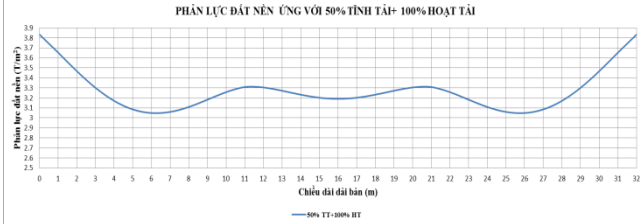


Hình 5. Biểu đồ phân bố áp lực đất nền trong trường hợp tải ULT cân bằng 30% tĩnh tải và 100% hoạt tải, với hệ số nền $K = 500 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

Trường hợp 3: Lực ULT cân bằng 50% tĩnh tải

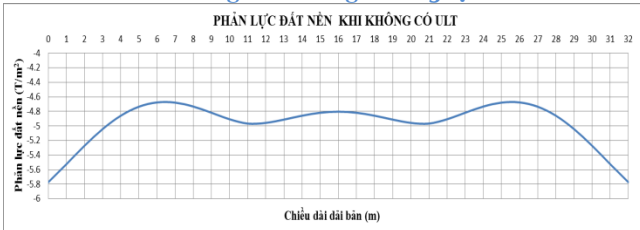


Hình 6. Biểu đồ phản lực đất nền trong trường hợp tải ULT cân bằng 50% tĩnh tải, với hệ số nền $K = 500 \text{ (kN/m}^3\text{)}$



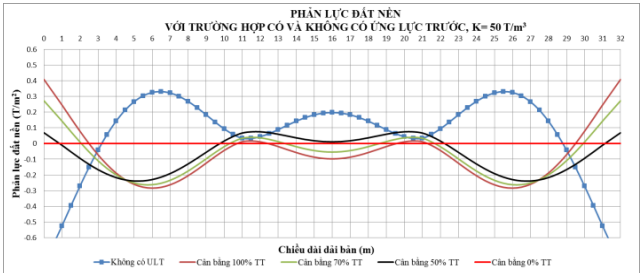
Hình 7. Biểu đồ phản lực đất nền trong trường hợp tải ULT cân bằng 50% tĩnh tải và 100% hoạt tải, với hệ số nền $K = 500 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

b. Kết cấu bản móng khi không có ứng lực trước



Hình 8. Biểu đồ phản lực đất nền trong trường hợp không có ULT, với hệ số nền $K = 500 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

c. Kết quả tổng hợp phản lực đất nền trong các trường hợp có và không có ứng lực trước, với hệ số nền $K = 500 \text{ kN/m}^3$



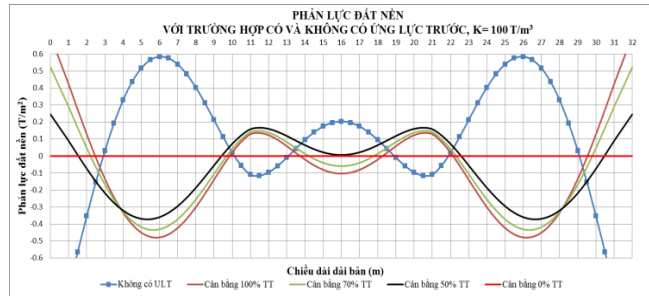
Hình 9. Biểu đồ phản lực đất nền trong trường hợp có và không có ULT, với hệ số nền $K = 500 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

Bảng 1. Bảng so sánh giữa giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của phản lực đất nền cho các trường hợp cân bằng tải trọng, với hệ số nền $K = 500 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

Các trường hợp cân bằng tải trọng	Phản lực đất nền (kN/m^2)		% Chênh lệch giữa max và min
	Giá trị nhỏ nhất (min)	Giá trị lớn nhất (max)	
Không ứng lực trước	46,7	57,7	19 %
Cân bằng 50% tĩnh tải	47,2	54,1	13 %
Cân bằng 70% tĩnh tải	47,4	52,7	10 %
Cân bằng 100% tĩnh tải	47,6	50,7	6 %

2.2.2 Trường hợp hệ số nền $K = 1000 \text{ kN/m}^3$

Tương tự 2.2.1, ta có: Kết quả tổng hợp phản lực đất nền trong các trường hợp có và không có ứng lực trước, với hệ số nền $K = 1000 \text{ kN/m}^3$



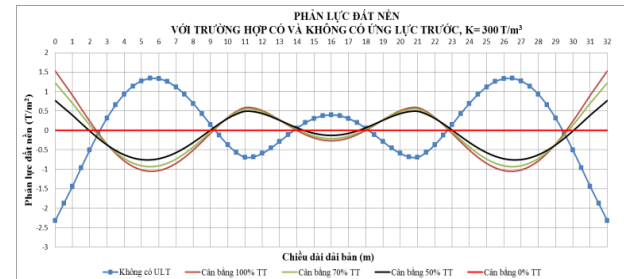
Hình 10. Biểu đồ phản lực đất nền trong trường hợp có và không có ULT, với hệ số nền $K = 1000 \text{ kN/m}^3$

Bảng 2. Bảng so sánh giữa giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của phản lực đất nền cho các trường hợp cân bằng tải trọng, với hệ số nền $K = 1000 \text{ kN/m}^3$

Các trường hợp cân bằng tải trọng	Phản lực đất nền (kN/m^2)		% Chênh lệch giữa max và min
	Giá trị nhỏ nhất (min)	Giá trị lớn nhất (max)	
Không ứng lực trước	44,2	61,9	29 %
Cân bằng 50% tĩnh tải	45,2	57,1	21 %
Cân bằng 70% tĩnh tải	45,7	55,2	17 %
Cân bằng 100% tĩnh tải	46,3	52,5	12 %

2.2.3 Trường hợp hệ số nền $K = 3000 \text{ kN/m}^3$

Kết quả tổng hợp phản lực đất nền trong các trường hợp có và không có ứng lực trước, với hệ số nền $K = 3000 \text{ kN/m}^3$



Hình 11. Biểu đồ phản lực đất nền trong trường hợp có và không có ULT, với hệ số nền $K = 3000 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

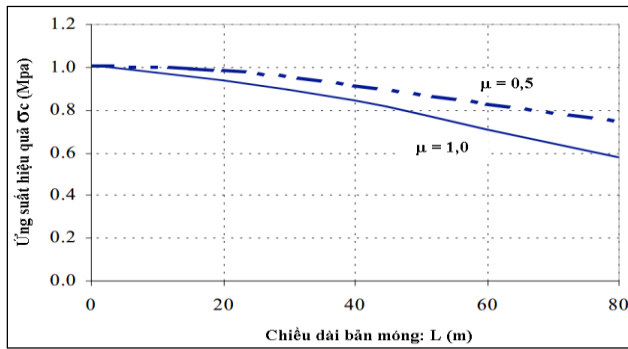
Bảng 3. Bảng so sánh giữa giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của phản lực đất nền cho các trường hợp cân bằng tải trọng, với hệ số nền $K = 3000 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

Các trường hợp cân bằng tải trọng	Phản lực đất nền (kN/m^2)		% Chênh lệch giữa max và min
	Giá trị nhỏ nhất (min)	Giá trị lớn nhất (max)	
Không ứng lực trước	36,6	73,2	49 %
Cân bằng 50% tĩnh tải	39,5	65,3	40 %
Cân bằng 70% tĩnh tải	40,7	62,2	35 %
Cân bằng 100% tĩnh tải	42,4	57,7	27 %

Cáp ứng lực trước được thay thế bằng các lực tương đương tác dụng vào bê tông. Ứng với hình dạng cáp và lực ứng lực trước phù hợp sẽ cân bằng với áp lực đất tác dụng lên móng và làm cho áp lực đất phân bố đồng đều hơn.

2.3 Ảnh hưởng của ma sát nền [2]

Từ biểu đồ (Hình 12), ta có thể thấy ảnh hưởng của ma sát nền đến ứng suất hiệu quả trong 2 trường hợp hệ số ma sát $\mu = 0,5$ và $\mu = 1,0$ chính là làm giảm ứng suất hiệu quả trong bản móng khi chiều dài bản tăng dần.



Hình 12. Biểu đồ ứng suất hiệu quả trong bản móng khi chịu ảnh hưởng của ma sát nền

Vì vậy, khi tính toán tổng số lượng cáp cho móng, cần tính đến số lượng cáp để kháng ma sát nền.

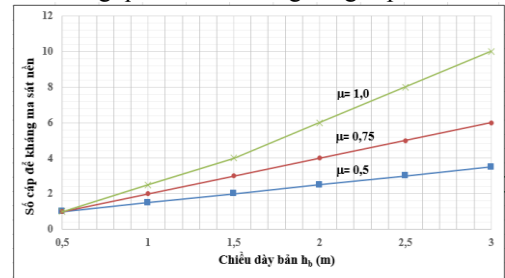
Xét một dải móng có bề rộng $b = 1(\text{m})$, cho chiều dày bản (h_b) tăng dần từ 0,5 – 3 (m):

3. KẾT LUẬN

Từ các kết quả nghiên cứu và khảo sát:

- Quy trình tính toán bản móng ứng lực trước về cơ bản tương tự như sàn phẳng bê tông ứng lực trước. Về bản chất, có thể xem móng bè là một bản sàn lật ngược.
- Ứng lực trước có ảnh hưởng đến sự phân bố phản lực đất nền. Giá trị tải trọng cân bằng càng lớn (ứng suất nền trước của bê tông móng càng lớn), sự phân bố của phản lực đất nền càng đồng đều hơn, nhất là nền đất có hệ số nền lớn.

- Khi móng có chiều dày khá lớn, nên xem xét tính hiệu quả kinh tế khi phải sử dụng một số lượng cáp nhất định để vượt qua được ma sát giữa móng và đất nền trong quá trình thi công căng cáp.



Hình 13. Biểu đồ số lượng cáp để kháng ma sát nền tương ứng các hệ số ma sát $\mu = 0,5$; $\mu = 0,75$ và $\mu = 1,0$

Ứng với hệ số ma sát càng cao, số lượng cáp để kháng ma sát nền tăng đáng kể khi chiều dày bản $h_b > 1,5(\text{m})$. Vì vậy, ta cần xem xét tính hiệu quả khi chọn lựa phương án móng có chiều dày bản khá lớn.

4. THAM KHẢO

- [1] Dr. P. Ritz, P. Matt, Ch. Tellenbach, P. Schlub, H. U. Aeberhard, "Post-tensioned Slabs", VSL International LTD, 10, 42, 1985.
- [2] H.U.Aeberhard, H.R.Ganz, P.Marti, W.Schler, "Post-tensioned Foundations", VSL International LTD., 7, 25, 1988.
- [3] Phan Quang Minh, Thiết kế sàn bê tông ứng lực trước, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 4, 140, 2007.

TIỂU SỬ TÁC GIẢ



Nguyễn Đăng Khoa

Năm sinh 1986, Biên Hòa, Đồng Nai. Hiện đang công tác tại khoa Kỹ thuật Công trình, Đại học Lạc Hồng. Lĩnh vực nghiên cứu: Các vấn đề về địa kỹ thuật, nền móng, v.v.
Email: ndk2808@yahoo.com.vn

Nguyễn Khánh Hùng

Năm sinh 1979, Tiền Giang. Hiện công tác Khoa Kỹ thuật Công trình, Đại học Lạc Hồng. Lĩnh vực nghiên cứu: Các vấn đề kết cấu công trình, các phần mềm ứng dụng, v.v.
Email: nguyengkhanhhung1979@gmail.com

