

Cải tạo móng nông cho công trình thay đổi tải trọng

Retrofitting shallow foundations for structures undergoing load changes

Nguyễn Hữu Sà*, Nguyễn Lê Duẩn, Nguyễn Minh Chiến, Nguyễn Thành Long,
Nguyễn Lê Nhựt, Mai Thiên Thiên
Trường Đại học Bà Rịa Vũng-Tàu
Email tác giả liên hệ: huusa.dhbrvt@gmail.com

THÔNG TIN	TÓM TẮT
Ngày nhận: 01/04/2025 Ngày nhận lại: 21/05/2025 Duyệt đăng: 11/06/2025	Đề tài nghiên cứu các giải pháp cải tạo móng nông cho công trình khi thay đổi công năng dẫn đến gia tăng tải trọng. Quá trình nghiên cứu bao gồm khảo sát hiện trạng nền móng, đánh giá khả năng chịu lực hiện hữu và phân tích ảnh hưởng của tải trọng mới đến độ ổn định công trình. Trên cơ sở đó, đề xuất các giải pháp kỹ thuật hợp lý như mở rộng đế móng, gia cố nền đất, sử dụng vật liệu tăng cường hoặc cải tạo kết cấu móng nhằm nâng cao khả năng chịu lực và đảm bảo an toàn. Đề tài góp phần hỗ trợ công tác cải tạo, nâng cấp công trình cũ đáp ứng yêu cầu sử dụng mới một cách hiệu quả và kinh tế.
<i>Từ khóa:</i> móng nông, cải tạo móng, thay đổi tải trọng, gia cố nền, nâng cấp công trình.	ABSTRACT The topic studies solutions for improving shallow foundations for constructions when changing functions leads to increased loads. The research process includes surveying the current status of the foundation, evaluating the existing load-bearing capacity and analyzing the impact of new loads on the stability of the construction. On that basis, the paper proposes reasonable technical solutions such as expanding the foundation base, reinforcing the ground, using reinforcing materials or improving the foundation structure to improve the load-bearing capacity and ensure safety. The topic contributes to supporting the renovation and upgrading of old constructions to meet new usage requirements in an effective and economical manner.
<i>Keywords:</i> shallow foundation, foundation renovation, load change, foundation reinforcement, construction upgrade	

1. Giới thiệu

Trong thực tế xây dựng, việc thay đổi công năng công trình như nâng tầng, chuyển đổi mục đích sử dụng... thường dẫn đến sự gia tăng tải trọng tác dụng lên móng. Nếu móng nông hiện hữu không còn đáp ứng yêu cầu chịu lực mới, cần có các giải pháp gia cường hợp lý để đảm bảo an toàn và hiệu quả sử dụng lâu dài. Đề tài này tập trung nghiên cứu và đề xuất các giải pháp gia cường móng nông phù hợp khi thay đổi công năng công trình, nhằm nâng cao khả năng chịu tải và giảm thiểu rủi ro về ổn định nền móng.

2. Cơ sở lý thuyết

Khi công trình có nhu cầu nâng tầng, thay đổi công năng hoặc cải tạo kết cấu chịu lực, hệ thống móng ban đầu sẽ phải tiếp nhận một phần tải trọng vượt quá thiết kế ban đầu. Trong trường hợp này, móng có nguy cơ mất ổn định, vượt quá khả năng chịu tải hoặc gây lún lệch cục bộ. Việc cải tạo móng là cần thiết để đảm bảo an toàn, ổn định và kéo dài tuổi

thợ công trình. Cơ sở lý thuyết để đánh giá và đề xuất giải pháp cải tạo bao gồm các nội dung chính sau:

2.1. Móng nông và đặc điểm làm việc

Móng nông là loại móng mà đáy móng đặt gần mặt đất tự nhiên, chiều sâu chôn móng thường nhỏ hơn chiều rộng móng. Móng nông bao gồm các loại phổ biến như: móng đơn, móng băng, móng bè, thường được sử dụng cho các công trình có tải trọng vừa và nhỏ, xây dựng trên nền đất có khả năng chịu lực tốt.

Nguyên lý làm việc của móng nông là truyền tải trọng từ công trình xuống nền đất theo phương đứng, thông qua diện tích đáy móng. Nền đất dưới móng chịu nén, và móng phải được thiết kế sao cho ứng suất tác dụng không vượt quá sức chịu tải của nền đất, đồng thời đảm bảo độ lún trong giới hạn cho phép.

Các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả làm việc của móng nông bao gồm: loại đất, chỉ tiêu cơ lý của đất (góc ma sát trong, lực dính, mô đun biến dạng...), mực nước ngầm, và tải trọng truyền từ công trình.

2.2. Tải trọng và sự thay đổi tải trọng công trình

Các loại tải trọng tác động lên nền móng bao gồm:

Tĩnh tải: Trọng lượng bản thân công trình như tường, sàn, mái...

Hoạt tải: Do người, thiết bị, vật dụng bên trong công trình gây ra.

Tải trọng môi trường: Gió, động đất, áp lực nước, v.v.

Khi công trình thay đổi công năng sử dụng (ví dụ: thay đổi công năng sử dụng từ nhà ở thành xưởng sản xuất, showroom, nâng thêm tầng; bổ sung thiết bị năng như thang máy, máy móc công nghiệp...), tải trọng truyền xuống móng có thể tăng đáng kể. Nếu móng ban đầu không được thiết kế để chịu tải trọng mới, sẽ dẫn đến tình trạng mất ổn định, lún không đều, hoặc phá hoại nền móng.

Do đó, việc phân tích lại tải trọng và đánh giá khả năng làm việc của móng hiện hữu là rất cần thiết trong các dự án cải tạo, nâng cấp công trình.

2.3. Tính toán thiết kế móng nông

Bước 1: Xác định tải trọng tác dụng xuống móng

Gồm tải trọng đứng (tĩnh), ngang (nếu có), mô men, theo tổ hợp tính toán.

Giá trị tiêu chuẩn xác định theo công thức: $A^{tc} = \frac{A^{tt}}{k_{tc}}$; k_{tc} – hệ số vượt tải, lấy trung bình cho các loại tải trọng do kết cấu bên trên là 1,15.

Bước 2: Đánh giá điều kiện địa chất, thủy văn của khu vực xây dựng công trình

Thu thập số liệu về địa tầng, chỉ tiêu cơ lý của đất, mực nước ngầm

Bước 3: Lựa chọn loại móng phù hợp

Móng đơn, móng băng, móng bè tùy vào tải trọng và điều kiện nền.

Bước 4: Xác định chiều sâu đặt móng

Đặt móng vào lớp đất ổn định, có sức chịu tải cao, tránh vùng đất yếu tầng mặt, mực nước ngầm lớn, hoặc nguy cơ xói lở. Chiều sâu chôn móng tối thiểu (theo TCVN 9362:2012):

$\geq 0,5$ m với đất tốt, khô ráo, $\geq 1,0$ m nếu có nước ngầm, đất yếu tầng mặt, $\geq 1,2$ m với móng dưới cột chịu lực lớn hoặc nơi có ảnh hưởng môi trường.

Bước 5: Tính sức chịu tải của đất nền

Theo phương pháp Terzaghi, Meyerhof, hoặc theo TCVN 10304:2014, theo tiêu chuẩn TCXD9632:2012

Bước 5. Xác định kích thước đáy móng

Dựa vào tải trọng và sức chịu tải của đất.

- Tải trọng tác dụng ở mức đáy móng

Tải trọng thường quy đổi theo đơn vị lực: kN hoặc Tấn. Chuyển toàn bộ tải tại chân cột về tâm móng (có thể có mômen uốn nếu lệch tâm).

- Áp lực phân bố dưới đáy móng q (tải trọng truyền xuống nền)

$$q^{tc} = \frac{N^{tc}}{A} = \frac{N^{tc}}{L \cdot B}$$

Trong đó: A - diện tích đáy móng sơ bộ, m²; L - cạnh dài của đáy móng, (m), B - cạnh ngắn của đáy móng, (m).

- Nền móng ổn định khi

+ Nếu tính sức chịu tải móng tính theo Terzaghi:

Móng chịu nén đúng tâm: $q^{tc} \leq q_{tk}$; Móng chịu nén lệch tâm: $\begin{cases} q^{tc} \leq q_{tk} \\ q_{max}^{tc} \leq 1,2 q_{tk} \end{cases}$

+ Nếu Sức chịu tải của đất nền tính theo tiêu chuẩn TCXD9632:2012:

Móng chịu nén đúng tâm: $q^{tc} \leq R$; Móng chịu nén lệch tâm: $\begin{cases} q^{tc} \leq R \\ q_{max}^{tc} \leq 1,2 R \end{cases}$

Từ điều kiện ổn định cho nền móng ta tìm được kích thước đáy móng hợp lý.

Bước 7. Kiểm tra điều kiện lún

Theo TCXD9632:2012 tính lún theo phương pháp cộng lún các phân tử.

$$\sum P_{tb}^{gl} \frac{p_0^{gl} + p_1^{gl}}{2} + \frac{p_1^{gl} + p_2^{gl}}{2} + \dots + \frac{p_{n-1}^{gl} + p_n^{gl}}{2} \Rightarrow \sum P_{tb}^{gl} \frac{p_0^{gl}}{2} + P_1^{gl} + P_2^{gl} + \dots + \frac{p_n^{gl}}{2}$$

$$\Rightarrow S = \frac{\beta_i}{E_i} * h_i \sum P_{tb}^{gl} \text{ kiểm tra } s \leq S_{gh}$$

Bước 8. Tính toán độ bền và cấu tạo móng

- Kiểm tra điều kiện chọc thủng móng

Điều kiện là sức chống chọc thủng phải không nhỏ hơn lực gây chọc thủng:

$$N_{ct} \leq F_{cct} = 0,75 R_k h_0 b_{tb}$$

Trong đó:

0,75 - hệ số thực nghiệm, kể đến sự giảm cường độ của bê tông; R_k - cường độ chịu kéo của bê tông, (kPa);

b_{tb} - trung bình cộng chu vi đáy trên và đáy dưới tháp của tháp chọc thủng trong phạm vi chiều cao làm việc của móng, (m); h_0 - chiều cao làm việc của móng, (m).

- Chọn chiều dày lớp bê tông bảo vệ:

a_{bv} - khoảng cách từ tâm cốt thép tính toán đến mép dưới của bê tông đáy móng, phụ thuộc vào chiều dày lớp bê tông bảo vệ (khi có lớp bê tông lót thì $a_{bv} = 5\text{cm}$; khi không có lớp bê tông lót thì $a_{bv} \geq 8\text{cm}$).

- Tính toán nội lực và cốt thép cho móng

Cốt thép được tính toán để chịu mô men uốn do áp lực, phản lực đất gây ra, quan niệm cánh móng như những công xôn được ngàm vào các tiết diện đi qua chân cột.

$$+ \text{Tính toán mômen cho móng chịu nén đúng tâm : } M = \frac{1}{8} (b_m - b_c)^2 b_m \cdot P_{tb}^{tt}$$

+ Tính toán mômen cho móng chịu nén lệch tâm

Áp lực phân bố mỗi mép công xôn sẽ khác nhau, xác định mô men quanh mặt ngàm I-I và II-II theo 2 phương cạnh ngắn và cạnh dài mép cổ móng của đáy móng.

$$\text{Mô men theo phương cạnh dài mặt cắt I-I: } M_{I-I} = \frac{1}{6} L^2 \cdot b_m (2P_{max}^{tt} - P_1^{tt})$$

$$\text{Mô men theo phương cạnh ngắn mặt cắt II-II: } M_{II-II} = \frac{1}{2} B^2 \cdot l_m \cdot P_{tb}^{tt}$$

$$\text{- Tính cốt thép: } A = \frac{M}{0,9 \cdot h_0 R_a}$$

2.4. Các phương pháp cải tạo móng nông đã được dùng

Cải tạo móng nông là quá trình tăng cường khả năng chịu lực hoặc thay đổi đặc tính kỹ thuật của móng hiện hữu nhằm đảm bảo an toàn cho công trình khi tải trọng thay đổi. Các phương pháp cải tạo móng nông đã được dùng dưới đây:

Phương pháp 1 - Mở rộng móng hiện hữu: Tăng diện tích đáy móng để giảm áp lực tác dụng lên nền đất. Áp dụng khi tải tăng < 30%, không có không gian đào rộng, có thể kết hợp cây thép và đổ bê tông mở rộng. Ưu điểm đơn giản, kinh tế. Không hiệu quả nếu đất yếu sâu.

Phương pháp 2 - Cây thêm móng phụ và dầm liên kết: Bổ sung các móng phụ ở hai bên móng chính và liên kết bằng dầm móng để chia tải. Áp dụng khi không thể phá móng cũ, cải thiện phân bố tải trọng và giảm lún lệch. Ưu điểm thi công được từng phần. Nhược điểm tốn diện tích, phức tạp kết cấu.

Phương pháp 3 - Đóng cọc mini xuyên qua móng cũ (Mini Pile): Cọc bê tông cốt thép hoặc thép được đóng/ép xuyên qua móng cũ, truyền tải xuống tầng đất tốt sâu. Dùng khi đất yếu dày và tải trọng tăng cao, phù hợp nơi không gian thi công hạn chế. Ưu điểm thi công nhanh, tải cao. Nhược điểm giá thành cao, rung/lún nếu không kiểm soát tốt.

Phương pháp 4 - Hạ sâu móng đến tầng đất tốt hơn: Đào sâu dưới móng cũ để chạm đến lớp đất có sức chịu tải cao hơn → xây lại móng dưới sâu hơn. Dùng khi đất tốt nằm gần móng cũ, kết hợp bê tông lại toàn bộ móng. Ưu điểm: không cần cọc. Nhược điểm rủi ro cao, phức tạp kỹ thuật.

Phương pháp 5 - Bê tông phụt áp lực cao (Jet Grouting): Bơm xi măng lỏng áp lực cao vào đất nền → tạo cột đất - xi măng có sức chịu tải lớn. Dùng cho nền bùn, sét yếu hoặc

có nước, có thể gia cố cục bộ dưới móng. Ưu điểm không rung, thi công linh hoạt. Nhược điểm giá cao, yêu cầu máy móc chuyên dụng.

Phương pháp 6 - Gia cố bằng cọc xi măng đất (CDM): Khoan trộn đất nền với xi măng để tạo thành các cọc CDM giúp tăng cường nền đất, phù hợp nền đất yếu sâu, bùn hữu cơ. Áp dụng được cả dưới công trình đang sử dụng. Ưu điểm tăng sức chịu tải rõ rệt. Nhược điểm thi công cần kiểm soát kỹ chất lượng trộn.

Phương pháp 7 - Thay đất yếu – đầm chặt lại móng: Đào bỏ lớp đất yếu dưới móng và thay bằng vật liệu tốt (cát, đá dăm) → đầm chặt từng lớp. Chỉ áp dụng khi đất yếu mỏng ($\leq 2m$), dễ thi công, chi phí thấp. Ưu điểm đơn giản, hiệu quả nếu điều kiện phù hợp. Nhược điểm không dùng cho nền yếu sâu hoặc có nước ngầm.

Phương pháp 8 - Gia cường móng bằng bê tông và cây thép: Tăng tiết diện móng cũ bằng cách đổ thêm bê tông, cây thép → tăng khả năng chịu tải. Thường kết hợp với mở rộng hoặc nâng móng, giữ lại móng cũ – giảm chi phí phá dỡ. Ưu điểm hiệu quả, tận dụng móng cũ. Nhược điểm đòi hỏi kỹ thuật cây thép tốt, thi công phức tạp hơn.

3. Phương pháp nghiên cứu

3.1. Phương pháp thu thập tài liệu

Tìm hiểu và tổng hợp các tiêu chuẩn, tài liệu khoa học, luận văn, và công trình thực tiễn liên quan đến móng nông và cải tạo móng khi thay đổi tải trọng.

3.1.1. Các tiêu chuẩn

Trong thiết kế và cải tạo móng nông, cần tuân thủ các quy chuẩn và tiêu chuẩn hiện hành như: TCVN 9362:2012 – Thiết kế nền nhà. TCVN 2737:2021 – Tải trọng. TCVN 10304:2014 – Móng cọc (nếu có). TCVN 9437:2012 – Khảo sát địa kỹ thuật.

3.1.2. Các công trình khoa học nghiên cứu trong nước

- Nguyễn Bá Kế (2010). Sự cố nền móng công trình: Phòng tránh, sửa chữa, gia cường. NXB Xây dựng. Cuốn sách trình bày các nguyên nhân gây sự cố nền móng và đề xuất các biện pháp phòng tránh, sửa.

- Nguyễn Viết Trung (2021). Nghiên cứu kết cấu móng cọc ống thép liên trụ thi công nhanh cho công trình cầu trong đô thị ở Việt Nam. Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng. Nghiên cứu đề cập đến việc sử dụng cọc ống thép liên trụ trong thi công móng nhanh, phù hợp với điều kiện đô thị hóa, có thể áp dụng trong cải tạo móng nông để đáp ứng tải trọng mới.

- Phạm Hải Long (2014). Nghiên cứu giải pháp thi công nền móng trong điều kiện xây chen ở khu vực thành phố Hải Phòng. Luận văn Thạc sĩ, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội. Luận văn phân tích các giải pháp thi công nền móng trong điều kiện xây chen, đề xuất các phương án phù hợp với địa chất khu vực, có thể áp dụng trong cải tạo móng nông khi thay đổi công năng công trình.

3.1.3. Các công trình khoa học nghiên cứu quốc tế

- Bowles, J.E. (2001). Foundation Analysis and Design. McGraw-Hill. Cuốn sách kinh điển cung cấp nền tảng lý thuyết và thực hành về phân tích và thiết kế móng, bao gồm các phương pháp cải tạo móng nông khi tải trọng thay đổi.

- Terzaghi, K., Peck, R.B., & Mesri, G. (1996). Soil Mechanics in Engineering Practice. Wiley. Tài liệu trình bày chi tiết về cơ học đất và ứng dụng trong thiết kế nền móng, cung cấp các phương pháp đánh giá và cải tạo móng nông khi điều kiện tải trọng thay đổi.

Eurocode 7 (EN 1997-1:2004). Geotechnical Design – Part 1: General Rules. Tiêu chuẩn châu Âu cung cấp các quy định chung về thiết kế địa kỹ thuật, bao gồm hướng dẫn đánh giá và cải tạo móng nông khi có sự thay đổi về tải trọng công trình.

3.2. Phương pháp khảo sát thực tế

Khảo sát hiện trạng công trình có thay đổi công năng; ghi nhận cấu tạo móng, điều kiện nền đất và tải trọng mới.

3.2.1. Thu thập và đánh giá tài liệu hiện trạng

- Hồ sơ thiết kế công trình cũ: bản vẽ kết cấu móng, báo cáo khảo sát địa chất (nếu có).

- Thông tin vận hành: tải trọng thiết kế ban đầu, công năng sử dụng, thời gian sử dụng, dấu hiệu xuống cấp.

- Thông tin về yêu cầu thay đổi: tải trọng mới, quy mô nâng tầng, thay đổi chức năng, v.v.

- Mục tiêu: Xác định sự chênh lệch giữa tải trọng thiết kế ban đầu và tải trọng sau khi thay đổi – đây là cơ sở để đánh giá nhu cầu cải tạo móng.

3.2.2. Khảo sát thực địa và khảo sát địa chất

- Khảo sát kết cấu móng hiện hữu: Đào hố kiểm tra móng tại nhiều vị trí, ghi nhận loại móng, kích thước, vật liệu, chiều sâu chôn móng, đánh giá hư hỏng (nứt, lún, xói, ăn mòn...).

- Khảo sát địa chất công trình: Khoan khảo sát 2–3 hố sâu đến lớp đất tốt, thí nghiệm hiện trường: SPT, CPT, nén tĩnh, cắt cánh, lấy mẫu thí nghiệm trong phòng: xác định các chỉ tiêu γ , c , ϕ , e , W , E ...

- Mục tiêu: Đánh giá sức chịu tải của nền đất tự nhiên và xác định tầng đất phù hợp để truyền tải trọng sau cải tạo.

3.3. Phương pháp phân tích đánh giá

Phân tích sức chịu tải, độ lún của móng hiện trạng trước và sau khi thay đổi tải trọng bằng các công thức và tiêu chuẩn hiện hành.

- Tính toán tải trọng công trình theo tiêu chuẩn TCVN 2737:2021: bao gồm tải tĩnh, hoạt tải, tải trọng tăng thêm sau cải tạo. Kiểm tra sức chịu tải của đất nền theo phương pháp Terzaghi, Meyerhof, hoặc theo TCVN 10304:2014, theo tiêu chuẩn TCXD9632:2012

- Đánh giá độ an toàn hiện tại của nền móng: So sánh tải trọng tác dụng với sức chịu tải giới hạn, kiểm tra lún nền móng, lún lệch nếu có, kiểm tra khả năng chọc thủng móng, kiểm tra cốt thép trong móng theo tiêu chuẩn TCXD9632:2012.

- Mục tiêu: Làm rõ liệu móng cũ còn đủ khả năng làm việc hay không khi tiếp nhận thêm tải trọng – và nếu không, cần cải tạo như thế nào.

3.4. Phương pháp tính toán

Tính lại sức chịu tải móng sau cải tạo, tính toán lún tổng và lún lệch giữa các móng, phân tích phân bố ứng suất và chuyển vị. (kiểm tra khả năng chọc thủng móng, kiểm tra cốt thép trong móng).

Mục tiêu: Xác minh phương án cải tạo là hợp lý và đảm bảo ổn định dài hạn.

3.5. Phương pháp đề xuất giải pháp kỹ thuật

Đưa ra phương án cải tạo móng tối ưu (mở rộng, gia cố nền, kết hợp móng mới...) dựa trên kết quả phân tích và điều kiện thực tế. Mục tiêu: Đề xuất các giải pháp có tính khả thi trong thi công, đảm bảo an toàn kỹ thuật và hiệu quả kinh tế.

3.6. Quy trình lựa chọn giải pháp

Bước 1. Khảo sát và thu thập dữ liệu hiện trạng

Địa chất nền móng hiện hữu (địa tầng, SPT, mực nước ngầm...). Loại móng và kích thước móng cũ (móng đơn, băng, bè, cọc...). Kết cấu hiện tại: số tầng, tải trọng hiện hữu. Thay đổi công năng: tăng tầng, thay đổi hoạt tải, tải trọng máy...Hiện tượng hư hỏng/méo móng/lún nghiêng (nếu có).

Bước 2. Đánh giá khả năng chịu tải móng hiện hữu

Tính toán lại khả năng chịu tải của móng và nền đất theo tiêu chuẩn hiện hành. So sánh với tải trọng mới sau cải tạo. Xác định mức độ thiếu hụt (nếu có): Nhỏ hơn 15% → Có thể tăng cường đơn giản (bê tông bù, đệm cát...). Từ 15–50% → Cần gia cường móng. Lớn hơn 50% hoặc đất yếu sâu → Cần bổ sung hệ móng mới hoặc thay thế toàn phần.

Bước 3. Xác định điều kiện thi công thực tế

Không gian thi công (mặt bằng, công trình liền kề). Mức độ ảnh hưởng khi đào móng. Khả năng tiếp cận máy móc, phương tiện (xe cẩu, máy ép cọc...). Thời gian thi công, ngân sách đầu tư.

Bước 4. Chọn giải pháp phù hợp theo tiêu chí sau

+ Mức độ tăng tải: Tải tăng ít → mở rộng, tăng chiều dày móng. Tải tăng nhiều → cọc phụ, móng mới.

+ Chiều sâu lớp đất tốt: Đất tốt nông → thay đất, mở rộng móng. Đất tốt sâu → mini pile, jet grouting.

+ Mặt bằng và kết cấu xung quanh: Hẹp → CDM, mini pile. Rộng → mở rộng móng hoặc cọc khoan.

+ Điều kiện nước ngầm: Cao → ưu tiên cọc, jet grouting. Thấp → có thể thay đất, đầm chặt được.

+ Chi phí, thời gian: Hạn chế → dùng phương án đơn giản. Không giới hạn → áp dụng kỹ thuật cao hơn.

+ Khả năng giữ nguyên kết cấu cũ: Cần giữ móng cũ → gia cường, cấy thép. Không giữ → đào thay toàn bộ móng.

Bước 5. Tính toán sơ bộ và phân tích phương án

Tính toán sơ bộ các giải pháp khả thi: Sức chịu tải sau gia cố. Độ lún dự kiến. Khả năng thi công thực tế. So sánh và lựa chọn theo tiêu chí kỹ thuật – kinh tế.

Bước 6. Lập hồ sơ kỹ thuật – thiết kế chi tiết

Bản vẽ thiết kế gia cường móng (CAD). Thuyết minh tính toán móng sau cải tạo.
Biện pháp thi công – bảo vệ móng hiện hữu. Dự toán và tiến độ thi công.

Bước 7. Thi công – kiểm tra – nghiệm thu

Triển khai đúng quy trình thi công đã thiết kế. Kiểm tra chất lượng thép, bê tông, cọc... Thử tải (nếu cần) → nghiệm thu và đưa vào sử dụng.

3.6. Ví dụ

- Thông tin công trình hiện trạng

+ Công trình: Nhà dân dụng 2 tầng (hiện trạng). Loại móng: Móng đơn BTCT, kích thước $1.2\text{m} \times 1.2\text{m}$, sâu 1.5m. Tải trọng thiết kế ban đầu (Ntk): 150 kN. Đất nền sét cứng, $\gamma = 18\text{kN/m}^3$, $c = 45\text{kPa}$, $\varphi = 10^0$.

- Thay đổi công năng: Công trình được cải tạo thành nhà 3 tầng + mái BTCT. Tải trọng tính toán sau cải tạo (Ntk mới): 280 kN (tăng 87%)

- Kiểm tra khả năng chịu tải của móng hiện trạng:

+ Sử dụng công thức Terzaghi (móng nông): Sức chịu tải quy đổi (R_n).

$$R_n = cN_c + \gamma D_f N_q + 0,5\gamma B N_\gamma$$

Với hệ số Terzaghi cho móng băng ($\varphi = 10^0$): $N_c = 9,6$; $N_q = 2,5$; $N_\gamma = 0,8$

Thay vào công thức: $R_n = 45 \times 9,6 + 18 \times 1,5 \times 2,5 + 0,5 \times 18 \times 1,2 \times 0,8 = 508,14\text{kPa}$

Diện tích móng: $A = 1,2 \times 1,2 = 1,44\text{m}^2 \Rightarrow P_{\max} = 508,14 \times 1,44 = 732\text{kN}$

\Rightarrow Sức chịu tải hiện tại của móng vẫn lớn hơn tải trọng mới ($280\text{ kN} < 732\text{ kN}$)

Tuy nhiên, để đảm bảo an toàn lâu dài, giảm lún và ứng suất không đều khi nâng tầng → vẫn cần gia cường móng.

Lựa chọn giải pháp gia cường móng nông: Giải pháp chọn gia cường bằng mở rộng đế móng và tăng chiều sâu móng. Mở rộng kích thước móng từ $1.2 \times 1.2\text{m} \rightarrow 2.0 \times 2.0\text{m}$, tăng chiều sâu từ 1.5m → 2.2m. Bổ sung lớp bê tông móng mới (M250, chiều dày 20cm). Chèn thêm cọc tre/vi cọc BTCT nếu cần tăng độ cứng

- Tính toán lại sức chịu tải sau khi gia cường:

$$R_n = 45 \times 9,6 + 18 \times 2,2 \times 2,5 + 0,5 \times 18 \times 2 \times 0,8 = 545,4\text{kPa}$$

Diện tích móng: $A_{\text{mới}} = 2 \times 2 = 4\text{m}^2 \Rightarrow P_{\max} = 545,4 \times 4 = 2181,6\text{kN}$

\Rightarrow Dư sức chịu tải cho tải trọng sau cải tạo (280 kN)

- Kết luận:

+ Khả năng chịu tải của móng hiện trạng đủ cho tải trọng mới, nhưng để đảm bảo ổn định, nên gia cường mở rộng đế móng + tăng chiều sâu.

+ Nếu nền yếu/lún không đều: có thể kết hợp thêm cọc tre hoặc cọc ép nhỏ (micropile) để chuyển tải xuống sâu hơn.

4. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

4.1. Kết quả nghiên cứu

- Đã tổng hợp và hệ thống hóa các cơ sở lý thuyết và thực tiễn liên quan đến cải tạo móng nông khi công trình thay đổi công năng hoặc gia tăng tải trọng.

- Xác định được các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng làm việc của móng nông như: điều kiện địa chất, tải trọng mới, cấu tạo móng cũ và mức độ lún cho phép.

- Mô tả chi tiết các giải pháp gia cường móng phổ biến

- Xây dựng quy trình đánh giá hiện trạng móng và lựa chọn phương án cải tạo phù hợp với từng trường hợp cụ thể.

- Xây dựng quy trình lựa chọn giải pháp cải tạo móng theo hướng logic, thực tiễn và phù hợp với trình tự khảo sát – tính toán – thiết kế – thi công.

- Tạo nền tảng tham khảo hữu ích cho các kỹ sư, tư vấn thiết kế và chủ đầu tư khi có nhu cầu cải tạo công trình mà không phá bỏ hệ móng cũ.

4.2. Thảo luận

- Hiệu quả kỹ thuật: Phương án cải tạo đảm bảo đủ sức chịu tải cho móng, ổn định công trình và không ảnh hưởng tới kết cấu hiện hữu.

- Hiệu quả thi công – kinh tế: Giải pháp thi công tại chỗ, sử dụng vật liệu phổ biến, không yêu cầu công nghệ cao → phù hợp với công trình cải tạo vừa và nhỏ.

- Tính ứng dụng: Có thể áp dụng với nhiều công trình dân dụng cũ cần nâng tầng, thay đổi công năng sử dụng như: nhà ở dân sinh, nhà trường, trạm y tế, công trình cấp 3 trở xuống...

5. Kết luận & Gợi ý

5.1. Kết luận

Qua quá trình khảo sát, phân tích và thiết kế phương án cải tạo móng nông cho công trình thay đổi tải trọng, đề tài đã đạt được các kết quả sau:

- Đánh giá đầy đủ điều kiện địa chất – thủy văn khu vực xây dựng, xác định được các lớp đất có khả năng chịu lực và mức độ ảnh hưởng của mực nước ngầm đến kết cấu móng.

- Khảo sát hiện trạng móng cũ cho thấy kết cấu không đáp ứng được yêu cầu chịu lực mới sau khi công trình thay đổi công năng hoặc nâng tầng.

- Đã phân tích, so sánh và lựa chọn phương án cải tạo móng phù hợp, đảm bảo cả về khả năng chịu lực, tính khả thi khi thi công, chi phí hợp lý và ít ảnh hưởng đến kết cấu hiện trạng.

- Tính toán thiết kế móng cải tạo cho thấy móng sau gia cố hoàn toàn đáp ứng được các yêu cầu về cường độ, ổn định và lún cho công trình theo tiêu chuẩn hiện hành.

- Đề tài cung cấp cơ sở khoa học và thực tiễn để triển khai cải tạo công trình hiện hữu một cách an toàn, hiệu quả.

5.2. Gợi ý

Dựa trên kết quả nghiên cứu, nhóm thực hiện gợi ý một số kiến nghị như sau:

- Đối với các công trình cũ khi có nhu cầu thay đổi công năng hoặc nâng tầng, cần tiến hành khảo sát hiện trạng móng kỹ lưỡng và đánh giá tải trọng truyền xuống nền để đảm bảo an toàn dài hạn.

- Các giải pháp cải tạo móng linh hoạt như mở rộng móng, gia cố nền hoặc kết hợp các phương án trong trường hợp địa chất phức tạp.

- Các đơn vị thiết kế cần tuân thủ các tiêu chuẩn hiện hành như TCVN 10304:2014, TCVN 9386:2012,... để đảm bảo độ an toàn trong thiết kế móng cải tạo.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin trân trọng gửi lời cảm ơn đến Ban Giám hiệu và Phòng Quản lý đào tạo & Đảm bảo chất lượng Trường Đại học Bà Rịa – Vũng Tàu đã tạo điều kiện thuận lợi để đề tài được triển khai và hoàn thành.

Xin chân thành cảm ơn quý thầy, cô trong Hội đồng khoa học và các giảng viên, chuyên gia trong lĩnh vực xây dựng đã dành thời gian đóng góp ý kiến, phản biện và hỗ trợ chuyên môn trong quá trình thực hiện nghiên cứu. Những góp ý quý báu ấy đã góp phần giúp bài viết được hoàn thiện hơn về nội dung và hình thức.

Nhóm tác giả cũng xin gửi lời cảm ơn đến các đồng nghiệp và bạn bè đã hỗ trợ về tài liệu, kỹ thuật và tinh thần trong suốt quá trình thực hiện đề tài. Dù đã nỗ lực với tinh thần nghiêm túc và cầu thị, song bài viết vẫn có thể còn tồn tại những hạn chế nhất định. Nhóm tác giả rất mong nhận được những góp ý xây dựng từ quý độc giả và các nhà nghiên cứu để tiếp tục hoàn thiện trong các công trình nghiên cứu tiếp theo.

Tài liệu tham khảo:

Phan Hồng Quân (2012). Cơ học đất: Nhà xuất bản giáo dục Việt Nam.

PGS.TS Nguyễn Hồng Đức. (2013). Cơ sở địa chất công trình & địa chất thủy văn công trình

Tô Văn Lân. (2016). Nền và móng: NXB Xây dựng.

Lê Văn Kiêm. (2011). Hư hỏng, sửa, chữa gia cường nền móng.

Nguyễn Bá Kế (2008). Thiết kế và thi công hố móng sâu. Nhà xuất bản Xây dựng.

Nguyễn Bá Kế (2010). Xây dựng công trình ngầm đô thị theo phương pháp đào hở. Nhà xuất bản Xây dựng.

Đặng Đức Hiếu, Nguyễn Hoàng Việt, Nguyễn Việt Minh, Giang Thái Lâm, Nguyễn Bảo Việt (2022). "Nghiên cứu áp dụng tiêu chuẩn châu Âu trong tính toán thiết kế móng nông tại Việt Nam". Tạp chí Xây dựng.

Nguyễn Bá Kế (2021). Sự cố nền móng công trình: Phòng tránh, sửa chữa, gia cường. Nhà xuất bản Xây dựng.

DCCD (2021). "Các giải pháp gia cố móng nông". DCCD.

Joseph E. Bowles (1996). Foundation Analysis and Design. McGraw-Hill.

Karl Terzaghi, Ralph B. Peck, Gholamreza Mesri (1996). Soil Mechanics in Engineering Practice. Wiley.

Poulos, H.G. (2005). "Ground Improvement Techniques in Foundation Retrofitting".
Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering.

TCVN 2737:2021 – Tải trọng và tác động – Tiêu chuẩn thiết kế: Quy định các loại tải trọng cơ bản và tổ hợp tải trọng khi tính toán móng, bao gồm: tải trọng thường xuyên, hoạt tải, tải trọng gió, động đất...

TCVN 9363:2012 – Khảo sát địa kỹ thuật – Yêu cầu chung: Hướng dẫn quy trình khảo sát địa chất công trình, lấy mẫu, thí nghiệm tại hiện trường và trong phòng.

TCVN 9362:2012 – Thiết kế nền móng – Tiêu chuẩn thiết kế: Tiêu chuẩn chính trong thiết kế móng nông và móng sâu.