



PHÂN TÍCH KẾT CẤU & ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ KINH TẾ CÁC PHƯƠNG ÁN NỀN CHO CÔNG TRÌNH KHO CHỨA HÀNG, NHÀ CÔNG NGHIỆP CÓ TẢI TRỌNG NỀN LỚN

ANALYZING STRUCTURE AND EVALUATING ECONOMIC EFFICIENCY OF FOUNDATION OPTIONS FOR WAREHOUSES AND INDUSTRIAL BUILDINGS WITH LARGE FOUNDATION LOADS

Ths. Nguyễn Thanh Tùng¹

Tóm tắt: Đặc điểm chung của kết cấu nền kho hàng và nền nhà công nghiệp là đều chịu tải trọng sử dụng rất lớn. Do đặc điểm này, cấu tạo của nền kho hàng, nhà công nghiệp tương đối khác, phức tạp hơn so với các công trình dân dụng khác. Hiện nay, có tương đối nhiều phương án nền khác nhau được sử dụng cho công trình kho chứa hàng, nhà công nghiệp như nền bê tông cốt thép toàn khối, nền bê tông cốt thép lắp ghép, nền sử dụng kết cấu bubble deck... Việc phân tích, so sánh chi phí thi công và các chỉ tiêu kỹ thuật giữa các phương án kết cấu nền được sử dụng là cần thiết, để làm căn cứ hỗ trợ chủ đầu tư, các đơn vị thiết kế có cơ sở lựa chọn được phương án kết cấu nền phù hợp, đem lại hiệu quả kinh tế cao.

Từ khóa: Kết cấu nền, kho chứa hàng, nhà công nghiệp.

Abstract: The general characteristics of warehouse infrastructure and industrial flooring are all subjected to a large load. Because of this feature, the composition of the warehouse floor, industrial house is quite different, more complicated than other civil works. There are currently many different platforms used for warehouses, industrial buildings such as reinforced concrete, blocks, reinforced concrete foundation, bubble deck... It is necessary to analyze and compare construction costs and technical criteria among the foundation structure options used, which support investors and design companies to have a basis to choose a suitable foundation structure option, with high economic efficiency.

Keywords: Foundation structure, warehouse, industrial building.

Nhận bài ngày 10/8/2025, chỉnh sửa ngày 20/9/2025, chấp nhận đăng ngày 25/10/2025.

1. Tổng quan

1.1. Các đặc điểm đặc thù của kết cấu nền kho hàng, nhà công nghiệp có tải trọng nền lớn

Hiện nay, cùng với sự phát triển của đất nước, đặc biệt là quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước, các công trình công nghiệp như kho chứa hàng, xưởng sản xuất được xây dựng hàng loạt ở hầu khắp các tỉnh, thành phố ở Việt Nam. Phần lớn các công trình này đều có đặc điểm đặc thù sau:

- Phần lớn các công trình nhà công nghiệp được xây dựng hiện nay là công trình nhà công nghiệp một tầng, kết cấu nền chính là kết cấu tiếp nhận phần lớn tải trọng sử dụng của công trình. Mặt khác, hoạt tải sử dụng của nhà công nghiệp thường lớn hơn rất nhiều so với các công trình dân dụng. Do đó so với các công trình dân dụng, các công trình nhà kho, xưởng sản xuất có kết cấu nền cấu tạo phức tạp hơn, có khả năng tiếp nhận tải trọng lớn hơn rất nhiều so với kết cấu nền nhà dân dụng (nhà ở, văn phòng, trụ sở).

- Do yêu cầu về không gian rộng phục vụ công tác bảo quản, vận chuyển, xếp dỡ hàng hóa, cũng như các yêu cầu đặc thù khác trong quá trình sản xuất công nghiệp, kết cấu nền nhà công nghiệp thường có kích thước theo các phương lớn. Điều này làm ra tăng mức độ phức tạp khi thiết kế kết cấu nền, để đảm bảo tốt yêu cầu chịu lực của công trình.

- Do nhiều lý do khác nhau như đảm bảo yêu cầu về thoát nước, thuận tiện khi bốc xếp, vận chuyển hàng hóa (cốt nền kho thường xấp xỉ chiều cao thùng xe),... cốt nền kho hàng,

¹ Khoa Công trình, Trường ĐH Hàng Hải Việt Nam
Email: nguyenthantung@vamaru.edu.vn

nhà công nghiệp thường được đặt cao hơn so với cốt thiên nhiên (cốt ngoài nhà) trung bình từ 0,75m đến 1,2m. Do đó, kết cấu nền thường không đặt trực tiếp trên nền đất thiên nhiên mà được đặt trên nền được gia cố (thường là trên nền đệm cát).

- Do đặc điểm thời tiết Việt Nam, thường xảy ra hiện tượng nở, gây ẩm ướt cho nền, tường nhà khi không khí có độ ẩm lớn, điều này có ảnh hưởng rất lớn đến công tác bảo quản hàng hóa. Do đó, các công trình kho chứa thường thiết kế hệ thống rãnh thông gió phía dưới nền kho để giảm trừ ảnh hưởng của hiện tượng thời tiết này, tạo điều kiện tốt nhất cho công tác bảo quản hàng hóa.

1.2. Các dạng kết cấu nền nhà kho, xưởng sản xuất

Hiện nay, khi thiết kế kết cấu nền nhà kho, xưởng sản xuất, người thiết kế có tương đối nhiều các phương án thiết kế để lựa chọn. Tuy nhiên, có 3 phương án kết cấu nền sau thỏa mãn tương đối tốt các yêu cầu đặc thù của nhà kho, xưởng sản xuất công nghiệp.

Kết cấu nền bê tông cốt thép toàn khối: Cấu tạo chung của kết cấu nền này là gồm một lớp nền bê tông có chiều dày từ 15-25cm, bên trong thường bố trí hai lớp cốt thép. Lớp nền bê tông thường được đặt trên lớp cát tón nền. Mặt trên lớp bê tông nền kho, nhà xưởng sẽ có các lớp cấu tạo khác tùy thuộc vào yêu cầu riêng của từng công trình cụ thể. Giải pháp nền này có những ưu điểm chính như: Độ cứng lớn, thi công đơn giản, có thể thi công trong điều kiện mặt bằng chật hẹp. Tuy nhiên, nó cũng tồn tại nhiều khuyết điểm như: Kết cấu nền đòi hỏi chiều dày bê tông lớn, thời gian thi công kéo dài, khó kiểm soát chất lượng của bê tông, hiện tượng co ngót trong quá trình đóng rắn cũng như hiện tượng co dãn do ảnh hưởng của nhiệt độ gây phức tạp cho công tác thiết kế cũng như thi công để giảm trừ ảnh hưởng của các hiện tượng này.



Hình 1: Kết cấu nền bê tông cốt thép toàn khối

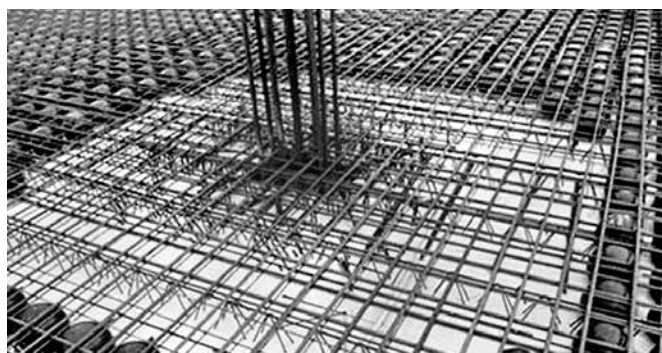
Kết cấu nền bê tông cốt thép lắp ghép: Cấu tạo của nền bê tông cốt thép lắp ghép gồm hai bộ phận: Các tấm sàn bê tông cốt thép lắp ghép được chế tạo hàng loạt và hệ thống móng bằng (bằng gạch hoặc bê tông cốt thép) để đỡ các tấm sàn. Sau khi lắp dựng xong các tấm sàn bê tông cốt thép lắp ghép, mặt trên sàn được thi công hoàn thiện có thể gồm các lớp cấu tạo khác nhau căn cứ vào yêu cầu của từng công trình cụ thể. Kết cấu nền bê tông cốt thép lắp ghép khắc phục tốt những

khuyết điểm của giải pháp nền bê tông cốt thép toàn khối như rút ngắn được thời gian thi công, kiểm soát tốt chất lượng bê tông, đồng thời giải quyết tốt vấn đề thông gió nhưng nó cũng có một số nhược điểm như giảm độ cứng sàn, thi công lắp ghép khó khăn và tốn kém.



Hình 2: Kết cấu nền bê tông cốt thép lắp ghép

Kết cấu nền ứng dụng công nghệ sàn bóng nhựa: Với kết cấu nền ứng dụng công nghệ sàn bóng nhựa, phần bê tông ở lõi của kết cấu nền – là phần bê tông không tham gia chịu lực hoặc chịu lực không đáng kể được thay thế bằng hệ thống các quả bóng nhựa tái chế. Chính nhờ sự thay thế này, trọng lượng của kết cấu nền được giảm một cách đáng kể nhưng không ảnh hưởng đến khả năng chịu lực của kết cấu. Các ưu điểm chính của giải pháp nền này là có tính thân thiện với môi trường, công tác cốt thép và ván khuôn được đơn giản hóa nên tiết kiệm được chi phí và rút ngắn thời gian thi công, trọng lượng bản thân kết cấu được giảm đáng kể nhưng không ảnh hưởng đến khả năng chịu lực, có tính phù hợp cao với việc ứng dụng công nghiệp hóa vào công tác gia công cốt thép (do kết cấu thường sử dụng lưới thép hàn cường độ cao). Kết cấu nền ứng dụng công nghệ sàn bóng nhựa có tính đẳng hướng, do đó nó phù hợp với mọi hình dạng mặt bằng công trình, cũng do đó công nghệ này phù hợp với mọi loại công trình. Tuy nhiên, giải pháp nền cũng có một số hạn chế như: Quá trình đổ bê tông, nếu công tác ván khuôn, hệ thống ty neo không được kiểm soát tốt có thể là nguyên nhân dẫn đến hiện tượng đẩy nổi (các quả bóng nhựa bị xô lệch hoặc cả tấm sàn bị đẩy nổi), điều này dẫn đến chiều dày kết cấu nền bị tăng so với thiết kế, chiều dày lớp bê tông bảo vệ đỉnh quả bóng nhựa bị mỏng, do đó ảnh hưởng đến sự làm việc của công trình.

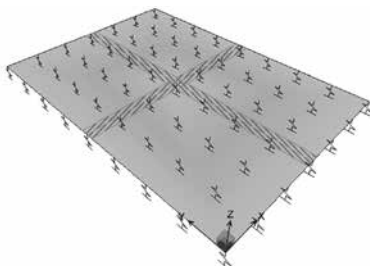


Hình 3: Kết cấu nền ứng dụng công nghệ sàn bóng nhựa

2. Cơ sở tính toán

2.1. Nền bê tông cốt thép toàn khối

Kết cấu nền bê tông cốt thép toàn khối được đặt trên lớp cát tòn nền hoặc lớp đất thiên nhiên (tùy thuộc theo cốt thiết kế nền, đặc điểm địa chất khu vực). Bốn phía của nền bị giới hạn bởi hệ thống kết cấu dầm khung. Do đó, sơ đồ tính thường được sử dụng khi tính toán kết cấu nền bê tông cốt thép toàn khối là mô hình sàn trên nền đàn hồi. Trong đó, lớp đất phía dưới kết cấu nền kho được mô hình hóa thành các gối lò xo (độ cứng của gối lò xo phụ thuộc vào diện tích ảnh hưởng của gối và khả năng chịu tải của đất nền). Ở bốn phía của nền, hệ thống dầm khóa được mô hình hóa thành các gối di động có tác dụng ngăn cản chuyển vị ngang của kết cấu nền bê tông cốt thép toàn khối.



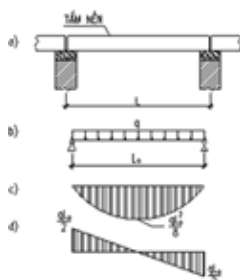
Hình 4: Sơ đồ tính kết cấu nền bê tông cốt thép toàn khối

2.2. Nền bê tông cốt thép lắp ghép

Tính toán kết cấu nền bê tông cốt thép lắp ghép gồm 2 phần: tính toán cho tấm nền bê tông cốt thép lắp ghép và tính toán kết cấu móng bằng đỡ tấm nền lắp ghép.

Tính toán tấm nền bê tông cốt thép: Đặc điểm của tấm nền bê tông cốt thép lắp ghép là có hai đầu gối lên kết cấu đỡ, hai mặt còn lại không có liên kết. Do đó, tấm nền lắp ghép sẽ làm việc như một dầm đơn giản chịu tải trọng phân bố đều. Sau khi có kết quả tính toán nội lực (mômen, lực cắt), tấm nền được tính toán theo bài toán tính toán cấu kiện chịu uốn tiết diện chữ nhật trên tiết diện thẳng góc, bố trí cốt đơn.

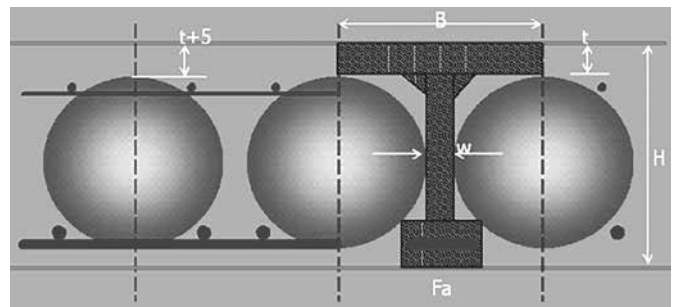
Tính toán kết cấu móng đỡ tấm nền lắp ghép: Thực tế, do độ cứng của kết cấu móng là hữu hạn cho nên khi tính toán móng chịu uốn cần phải xét đến ứng xử thực của nền đất. Kết cấu móng có thể bị uốn dưới tác dụng của tải trọng. Ngoài biến dạng đàn hồi, kết cấu nền còn có biến dạng dư. Để đơn giản hóa tính toán, nền đất có thể được coi một cách gần đúng là đàn hồi, độ lún chỉ xuất hiện trong phạm vi chịu tải và được thay thế một cách tương đương bằng một hệ lò xo đàn hồi tuyến tính (gọi là nền Winkler hoặc nền đàn hồi cục bộ). Ở đây, cần chú ý rằng, nếu khoảng cách giữa các lò xo càng bé thì kết cấu làm việc càng sát với thực tế, và sẽ cho độ chính xác càng cao.



Hình 5: Sơ đồ tính kết cấu nền bê tông cốt thép lắp ghép

2.3. Kết cấu nền ứng dụng công nghệ sàn bóng nhựa

Đối với kết cấu nền ứng dụng công nghệ sàn bóng nhựa, sơ đồ tính hoàn toàn tương tự kết cấu nền bê tông cốt thép toàn khối, sự khác biệt ở đây nằm ở việc tính toán cốt thép. Khi tính toán cốt thép chịu lực cho kết cấu nền ứng dụng công nghệ sàn bóng, tiết diện tương đương để tính toán cốt thép là tiết diện chữ T như hình 6. Trong đó, bề rộng bản cánh chịu nén chính là khoảng cách giữa tâm hai quả bóng liền kề nhau, bề dày của bản cánh bằng bề dày lớp bê tông bảo vệ phía trên trừ đi 5mm, chiều dày bản bụng chính là khoảng cách giữa hai mép của hai quả bóng nhựa liền kề, chiều cao của tiết diện chữ T là chiều dày của bản sàn.



Hình 6. Tiết diện tính toán cốt thép cho kết cấu nền ứng dụng công nghệ sàn bóng nhựa

3. Tính toán và so sánh chi phí xây dựng các giải pháp nền

Để có cơ sở so sánh, nhóm tác giả tiến hành tính toán một công trình cụ thể, từ kết quả tính toán đưa ra những kết luận cần thiết.

3.1. Số liệu xuất phát

Công trình có đặc điểm cấu tạo như sau:

Kết cấu mái bao gồm 4 lớp từ trên xuống như sau: Mái tòn – bê tông chống thấm dày 4cm – kết cấu mái panel – đóng trần tòn lạnh.

Kết cấu đỡ mái: Hệ vì kèo thép hình.

Hệ thống cột bê tông cốt thép, tường xây gạch rỗng kết hợp hệ thống giằng tường bê tông cốt thép.

Kết cấu móng cọc bê tông cốt thép đúc sẵn (chiều dài cọc 11m: Gồm hai đoạn 6m và 5m).

Nền kho cao hơn so với nền thiên nhiên 1m, đặt trên lớp đệm cát có chiều sâu đáy lớp bê tông lót đài móng (sâu 1,4m so với nền thiên nhiên).

Nền kho gồm hai lớp: Lớp kết cấu chịu lực (nền bê tông cốt thép toàn khối, nền bê tông cốt thép lắp ghép hoặc kết cấu nền ứng dụng công nghệ sàn bóng), lớp kết cấu mặt (bê tông lưới thép dày 5cm, được tiến hành đánh bóng mặt bằng máy đánh bóng nền).

Công suất chứa hàng: Công trình gồm bốn gian kho, diện tích một gian kho là 15m x 21m, công suất chứa hàng của một gian kho là 750 tấn.

Chi tiết các lớp đất cấu tạo và các chỉ tiêu cơ lý của các lớp đất được thể hiện trong bảng 1.



Bảng 1: Chỉ tiêu cơ lý các lớp đất

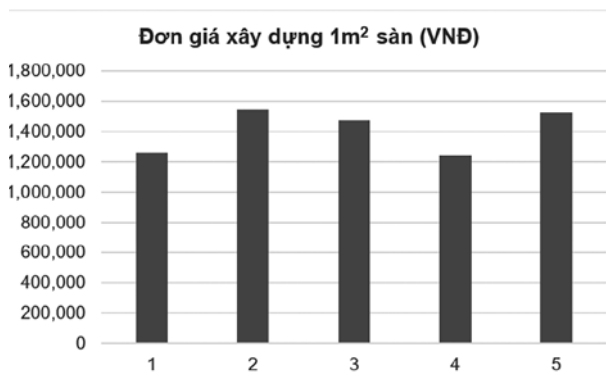
TT	Lớp đất	h (m)	γ (kN/m ³)	γ (kN/m ³)	W%	W _L %	W _p %	ϕ_{II}°	c_{II} (KPa)	E (KPa)
1	Đất trồng trọt	0,5	15	-	-	-	-	-	-	-
2	Sét pha	2,5	18	26,8	27,5	37	23	14	17	8000
3	Cát pha	3	19,2	26,5	20	24	18	18	25	1400
4	Cát hạt trung	-	20,1	26,4	16	-	-	38	2	40000

3.2. Kết quả tính toán minh họa

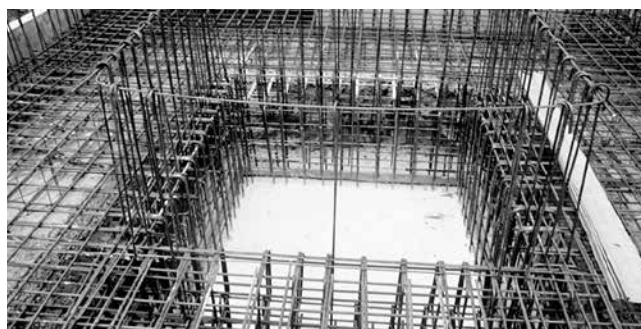
Quá trình tính toán được thực hiện bằng các bảng tính excel, mathcad, với kết quả tổng hợp như bảng sau:

Bảng 2: Bảng tổng hợp chi phí xây dựng cho các loại nền

STT	Loại nền	Chi phí xây dựng (VNĐ)	Đơn giá 1m ² sàn (VNĐ)
1	Nền BTCT toàn khối không có rãnh thông gió	1.584.727.865	1.258.000
2	Nền BTCT toàn khối có rãnh thông gió	1.948.846.235	1.547.000
3	Nền BTCT lắp ghép	1.861.825.569	1.478.000
4	Nền ứng dụng công nghệ sàn bóng không có rãnh thông gió	1.568.461.318	1.245.000
5	Nền ứng dụng công nghệ sàn bóng có rãnh thông gió	1.917.374.259	1.522.000



Hình 7: Biểu đồ so sánh chi phí xây dựng cho các giải pháp nền



4. Kết luận

Từ bảng tổng hợp phía trên, ta có thể đưa ra một số nhận xét sau:

- Trường hợp công trình không yêu cầu rãnh thông gió, phương án nền bê tông cốt thép lắp ghép có chi phí xây dựng vượt đáng kể so với các phương án khác.
- Trường hợp công trình cần thiết phải có rãnh thông gió, phương án nền bê tông cốt thép lắp ghép có chi phí xây dựng thấp hơn so với các giải pháp khác, sẽ là lựa chọn hợp lý để cân nhắc, áp dụng.
- So với khi áp dụng cho kết cấu sàn, khi áp dụng cho kết cấu nền, chi phí xây dựng của kết cấu nền khi áp dụng công nghệ sàn bóng nhựa không quá chênh lệch so với giải pháp nền bê tông cốt thép truyền thống.

Tài liệu tham khảo:

1. Phan Quang Minh, Ngô Thế Phong, Nguyễn Đình Cống, Kết cấu bê tông cốt thép (Phần cấu kiện cơ bản), Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2008
2. Nguyễn Văn Quảng, Nguyễn Hữu Kháng, Uông Đình Chất, Nền và móng các công trình dân dụng – công nghiệp, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội, 2009
3. Công ty Cổ phần Xây dựng Công nghệ mới Việt Nam, Giới thiệu về ưu và nhược điểm của công nghệ sàn rỗng BubbleDeck