

NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN, THIẾT KẾ KHUNG YÊN NGỰA CỦA MÁY ÉP CỌC THỦY LỰC ROBOT DI CHUYỂN TRÊN CỌC

STUDYING CALCULATE, DESIGN OF THE SADDLE FRAME OF PRESS-IN MACHINE

TS. Nguyễn Thùy Chi
Trường Đại học Giao thông Vận tải

TÓM TẮT

Bài báo trình bày tóm tắt về cấu tạo, nguyên lý làm việc của máy ép cọc thủy lực robot di chuyển trên cọc. Tác giả sử dụng phần mềm Solidworks - Simulation để mô phỏng và phân tích phần tử hữu hạn khung yên ngựa của máy nhằm xác định khả năng làm việc của kết cấu thép khung yên ngựa đã đưa ra.

Từ khóa: Xi lanh ép; Khung yên ngựa; Máy ép cọc.

ABSTRACT

This article introduces the structure as well as the working principle of the pressing platform of press-in machine. The author uses Solidworks - Simulation software to simulate and to conduct the finite element analysis of the saddle frame.

Keywords: Pressing cylinder; Saddle frame; Press-in machine.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trên thế giới, việc sử dụng máy ép cọc thủy lực robot di chuyển trên cọc đã được áp dụng từ lâu tại các công trường xây dựng trụ cầu, hố móng lớn kè chắn sụt lở trong các công trình ở nội đô hay kè bờ sông bờ biển, thậm chí các công trình vượt đại dương (Dự án Construction of New Water Intake Pumping Station ở Sri Lanka hay dự án Crossrail Canary Wharf Isle of Dogs Station ở Anh,...) [1], [2], [3]. Ở Việt Nam, máy ép cọc thủy lực robot di chuyển trên cọc cũng đã được sử dụng rộng rãi trong khoảng mười năm trở lại đây phục vụ thi

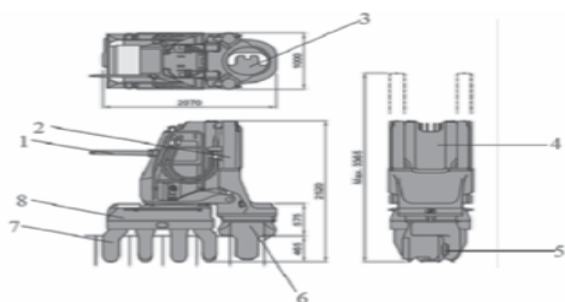
công các công trình đô thị, chung cư, vv. Hiện nay, số lượng và chủng loại máy đang ngày càng tăng lên như: Máy ép cọc robot kiểu Latest F101, máy ép cọc robot kiểu PP150A, GRV 0926-SP4, GRV 1026-SP7,... Tuy nhiên, tất cả các loại máy ép này đều được nhập khẩu từ các nước như Nhật Bản hay Đức, Trung Quốc với giá thành cao. Do đó, việc nghiên cứu loại thiết bị này, đặc biệt là bộ công tác của máy (khung yên ngựa) nhằm làm cơ sở khoa học cho việc chế tạo trong nước thay thế các thiết bị nhập ngoại, làm chủ công nghệ, giảm giá thành máy là một nhu cầu cấp thiết.



2. NỘI DUNG

2.1. Khái niệm máy ép cọc thủy lực robot di chuyển trên cọc

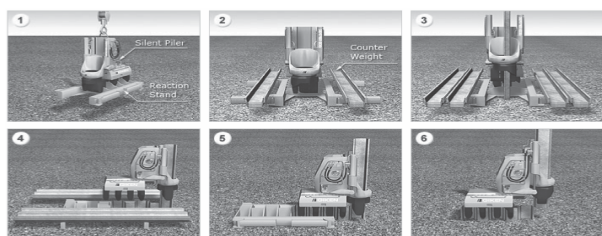
Máy ép cọc thủy lực tự hành kiểu robot di chuyển trên đài cọc là loại máy ép cọc thủy lực sử dụng để ép các loại cọc thép (ống thép hoặc ván thép) thích hợp với nhiều loại nền khác nhau như nền thông thường, nền yếu, nền cứng, vv. Máy ép sử dụng dầu thủy lực và hoạt động dựa trên nguyên lý của truyền động thủy lực nên rất êm và không gây ra tiếng ồn cũng như rung động mạnh, thích hợp với việc thi công nhiều dạng công trình, đặc biệt máy phát huy hiệu quả cao khi thi công ở địa hình chật hẹp hoặc mật độ công trình cao.



Hình 1. Sơ đồ cấu tạo máy ép cọc kiểu robot thủy lực, [4]:

- 1- Tay cần dẫn hướng cho máy; 2- Xi lanh ép;
- 3- Má kẹp cọc; 4- Tấm tăng cường; 5- Cụm xi lanh-piston kẹp cọc;
- 6- Bàn kẹp cọc; 7- Chân kẹp cọc; 8- Khung yên ngựa.

***) Nguyên lý hoạt động của máy ép cọc thủy lực robot di chuyển trên đài cọc:**

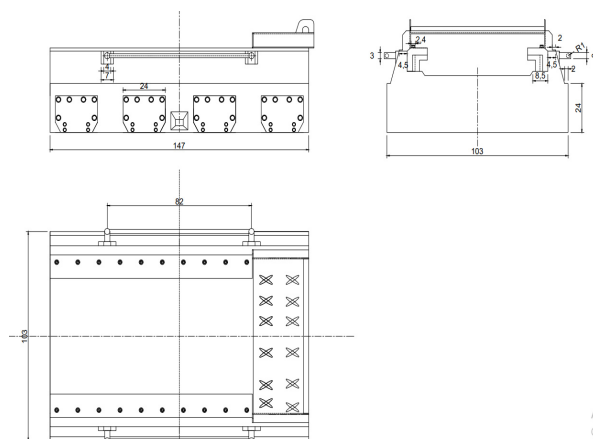


Hình 2. Các bước thực hiện ép cọc

Di chuyển máy vào vị trí làm việc, quá trình này cần có hỗ trợ của các thiết bị khác, bản thân máy ép cọc không thể tự di chuyển. Việc lắp đặt máy, thiết bị, bệ đỡ phụ thuộc vào điều kiện thi công cũng như chiều dài và trọng lượng cọc. Cọc được đưa vào bộ phận công tác của máy nhờ xe cầu cọc đi kèm, sau đó xi lanh kẹp cọc (5) được điều khiển kẹp chặt vào cọc, đồng thời các xi lanh ép cọc (2) sẽ ép cọc vào sâu trong nền khi ép hết hành trình xi lanh kẹp cọc (5) nhả ra, xi lanh (2) kéo bàn kẹp cọc (6) đi lên để tiếp tục thực hiện một chu kỳ ép mới. Sau khi ép hết chiều dài cọc, các chân kẹp cọc (7) sẽ nhả ra, kết hợp việc nâng máy và sử dụng khung yên ngựa (8) giúp máy tiến về phía trước để thực hiện ép cọc tiếp theo.

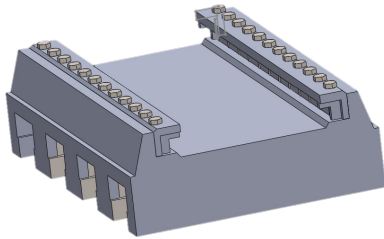
2.2. Phân tích phần tử hữu hạn khung yên ngựa

2.2.1. Mô hình hình học của khung yên ngựa



Hình 3. Hình vẽ tổng thể của khung yên ngựa

Bằng phần mềm SolidWorks – Simulation, tác giả tiến hành xây dựng mô hình 3D khung yên ngựa của máy ép cọc thủy lực kiểu robot tự hành di chuyển trên đài cọc. Mô hình 3D khung yên ngựa như Hình 4 ở dưới đây, đồng thời dựa trên các kích thước của nó để tiến hành việc phân tích, tính toán ở các bước sau.



Hình 4. Mô hình 3D của khung yên ngựa trên phần mềm Solidworks

2.2.2. Đặc điểm vật liệu

Vật liệu mà tác giả chọn cho các phần tử của khung yên ngựa đều là thép có các đặc tính như sau: Mô đun đàn hồi: $E = 2,1.10^{11}$ (N/m²), Hệ số Poissons: $\mu = 0,28$, Môđun cắt: $7,9.10^{10}$ (N/m²); Khối lượng riêng: 7700 (kg/m³); Cường độ kéo: 723825600 (N/m²).

2.2.3. Các trường hợp tổ hợp tải trọng

Với loại máy mà tác giả nghiên cứu, tính toán có lực ép cọc lớn nhất là 130 tấn. Do đó, lực tác dụng lớn nhất vào khung yên ngựa do mỗi xi lanh ép tạo ra là 65 tấn (tương đương 650000 N). Vị trí lực tác dụng vào khung yên ngựa là tại phần mặt phẳng liên kết giữa khung yên ngựa và thân chính máy ép cọc. Lực tác dụng vào hệ thống khung yên ngựa bao gồm phản lực do lực ép cọc tạo ra tác dụng vào khung yên ngựa.

Với phản lực do lực ép cọc tạo ra tác dụng vào khung yên ngựa có lực ép cọc lớn nhất là 65 tấn tại các bề mặt ngàm trượt, phương của lực tác dụng theo phương OY, chiều theo chiều dương trục OY.

2.2.4. Phân tích phần tử hữu hạn

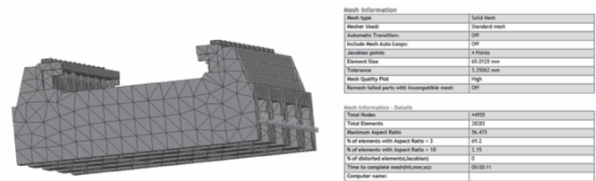
Để xác định nội lực phát sinh trong khung yên ngựa trong các quá trình làm việc, tác

giả sử dụng phần mềm Solidworks - Simulation để phân tích. Quá trình phân tích cụ thể như sau:

2.2.5. Sự tạo lưới khung yên ngựa

Sau khi tiến hành tạo lưới, các thông số tạo lưới của khung yên ngựa như sau:

- Kích thước phần tử: 6,5 mm;
- Tổng số nút: 44955;
- Tổng số phần tử: 28283.

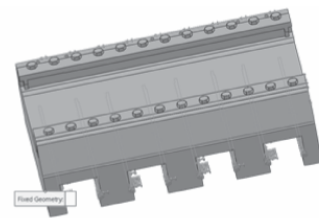


Hình 5. Mô hình khung yên ngựa sau khi được tạo lưới

2.2.6. Điều kiện biên

Với trường hợp phản lực do lực ép cọc tạo ra tác dụng vào khung yên ngựa, chúng ta có thể thấy trường hợp làm việc bất lợi nhất của máy là khi tiến hành kẹp cọc với lực ép lớn nhất và cọc không xuống được nữa do lực cản ma sát quá lớn tác dụng vào cọc hoặc cọc gặp phải vật cản không xuyên qua được. Khi đó, điều kiện biên được xác định như sau:

- Phần liên kết giữa các chân kẹp cọc và khung yên ngựa được coi là liên kết ngàm cố định.



Hình 6. Đặt điều kiện biên cho trường hợp ép cọc

2.2.7. Đặt lực cho các chi tiết

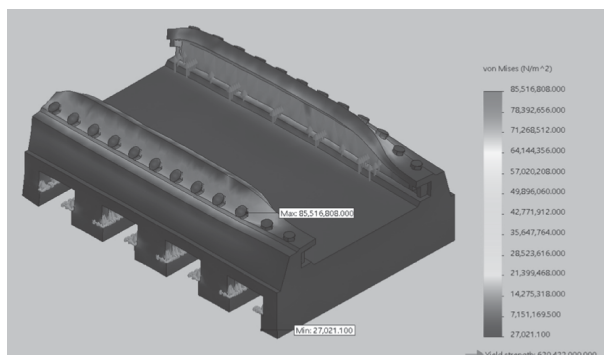
Quá trình đặt lực vào mô hình 3D khung yên ngựa trường hợp ép cọc được thể hiện ở Hình 7 dưới đây:



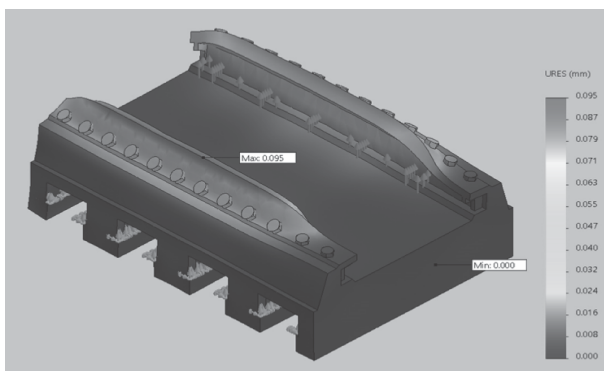
Hình 7. Quá trình đặt lực tác dụng vào chân ép cọc khi ép cọc

2.2.8. Các kết quả thu được sau khi phân tích phần tử hữu hạn

Sau khi phân tích mô hình 3D khung yên ngựa, tác giả có được các kết quả sau đây:



Hình 8. Kết quả phân tích ứng suất của khung yên ngựa trong trường hợp phản lực do lực ép cọc tạo ra



Hình 9. Kết quả chuyển vị của khung yên ngựa trong trường hợp phản lực do lực ép cọc tạo ra

Nhận xét:

Với trường hợp phản lực do lực ép cọc tạo ra tác dụng vào khung yên ngựa, ta có thể thấy ứng suất lớn nhất phát sinh có giá trị $\sigma = 85,5 \text{ [N/mm}^2\text{]}$ tại vị trí liên kết giữa khung yên ngựa và thân chính của máy. So sánh với giá trị ứng suất cho phép của vật liệu lựa chọn $[\sigma] = 250 \text{ [N/mm}^2\text{]}$, kết cấu khung yên ngựa đảm bảo điều kiện chịu lực. Chuyển vị lớn nhất tại mặt bích chịu tác dụng lực của phần thân chính, giá trị chuyển vị lớn nhất ở đây là $0,095 \text{ mm}$.

Như vậy, với các kết quả ở trên, kết cấu khung yên ngựa của máy ép cọc thủy lực kiểu robot tự hành di chuyển trên đài cọc mà tác giả đã đưa ra hoàn toàn đảm bảo điều kiện làm việc.

3. KẾT LUẬN

Phân tích toán, thiết kế kết cấu thép khung yên ngựa mà tác giả đã tiến hành đạt được một số kết quả sau đây:

1. Đã phân tích được cấu tạo máy, liên kết khung yên ngựa và máy, từ đó đưa ra kết cấu khung yên ngựa phù hợp để tiến hành mô phỏng 3D kết cấu bằng phần mềm Solidworks.

2. Đã tiến hành xác định các trường hợp làm việc của máy nhằm xác định các điều kiện cho việc phân tích phần tử hữu hạn kết cấu khung yên ngựa. Sau đó, sử dụng phần mềm Solidworks - Simulation để phân tích kết cấu và đã nhận được các kết quả thể hiện các điểm làm việc bất lợi của khung yên ngựa, cũng như thấy được kết cấu mô hình đưa ra đảm bảo được khả năng chịu lực và đáp ứng được nhu cầu công việc của máy. Các kết quả nghiên cứu ở trên có thể sử dụng làm tài liệu có ích cho việc chế tạo máy ép cọc thủy lực robot di chuyển trên đài cọc tại Việt Nam. ❖

Ngày nhận bài: 25/02/2023

Ngày phản biện: 07/3/2023

Tài liệu tham khảo:

- [1] ThS. Nguyễn Ngọc Trung, ThS. Nguyễn Thùy Chi: *Ứng dụng Solidworks để tối ưu khung ép của máy ép cọc thủy lực di chuyển bước*, Tạp chí Cơ khí Việt Nam, số tháng 4-2019.
- [2] David White, Haramrita Sidhu, Tim Finlay, Malcolm Bolton, Teruo Nagayama. “*Press-in piling: the influence of plugging on driverability*” (2000), The 8th International Conference of the Deep Foundations Institute, New York.
- [3] David White, Tim Finlay, Malcolm Bolton, Grant Bearss. “*Press-in piling: Ground vibration and noise during pile installation*” (2002), International Deep Foundations Congress, Virginia, USA, pp. 363-371.
- [4] Rockhill, D.J., Bolton, M.D., White, D.J. “*Ground-borne vibrations due to press-in piling operations*” (2003), BGA International Conference on Foundations (ISSN 0 7277 3244 7), London, UK, 1, pp. 743-756.
- [5] David White. “*The use of pressed-in H-piles for large foundation structures*” (2002), the 7th BGA Young Geotechnical Engineers Symposium, Dundee, UK, 1, pp. 2.