

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

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

TS. Nguyễn Thùy Chi, TS. Nguyễn Ngọc Trung
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 chính của máy nhằm xác định khả năng làm việc của khung chính đã đưa ra.

Từ khóa: Xi-lanh thủy lực; Khung chính; 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 main frame to determine the working capacity of the clamp.

Keywords: Hydraulic cylinder; Main frame; Press-in machine.

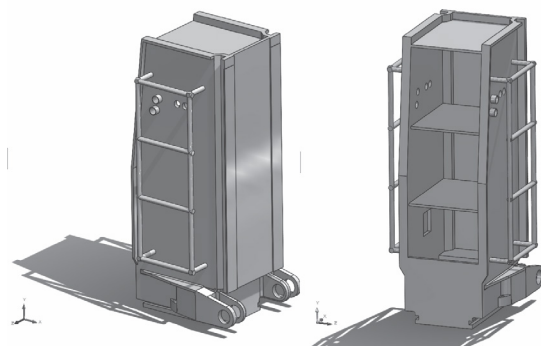
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

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, hồ móng lớn kè chắn sạt 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 quốc,...) [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,... và 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, hầu như các dòng máy ép này đều được nhập khẩu từ các nước như Nhật, Đức và các nước khác với giá thành cao. Do đó, việc nghiên cứu

153

Nhóm tác giả tiến hành xây dựng mô hình 3D khung chính của máy ép cọc thủy lực kiểu robot tự hành di chuyển trên đài cọc dựa trên các kích thước ở hình 3 để tiến hành việc phân tích, tính toán ở các bước sau. Mô hình 3D của khung chính được trình bày ở dưới đây.



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

2.2.2. Đặc điểm vật liệu

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

2.2.3. Tải trọng tác dụng vào khung chính

Với loại máy đã lựa chọn nghiên cứu, tính toán có lực ép cọc lớn nhất là 130 tấn. Do đó, lực tác dụng lớn nhất vào mỗi tai bắt chốt (04 tai bắt) trên khung chính để giữ xi-lanh thủy lực ép cọc là 32,5 tấn, tương đương 325000 N. Vị trí lực tác dụng vào mặt trong tai bắt chốt của xi-lanh thủy lực ép cọc.

2.2.4. Phân tích phần tử hữu hạn

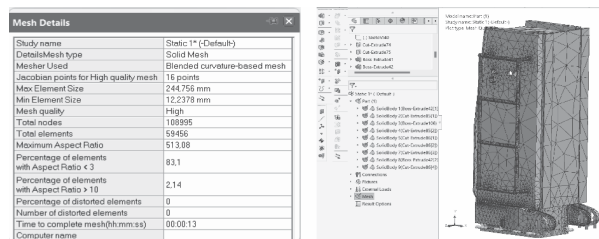
Để xác định nội lực phát sinh trong khung chính trong các quá trình làm việc,

nhóm tác giả sử dụng chương trình Solidworks – Simulation để phân tích. Quá trình phân tích cụ thể như sau:

2.2.4.1. Sự tạo lưới khung chính

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

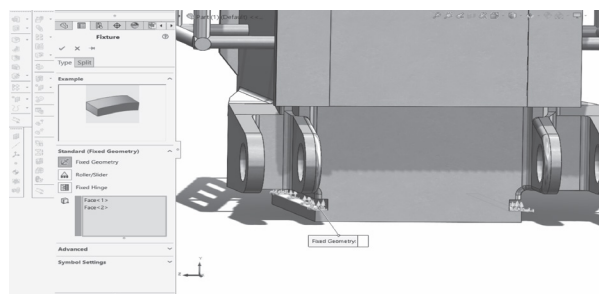
- Kích thước phần tử: 12,2 mm;
- Tổng số nút: 108995;
- Tổng số phần tử: 59456.



Hình 5. Mô hình khung chính sau khi được tạo lưới.

2.2.4.2. Điều kiện biên

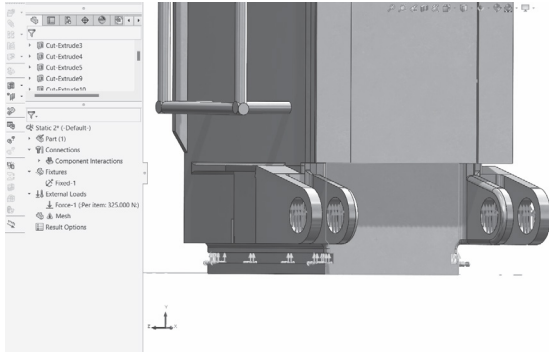
Với trường hợp ép cọc, có thể thấy rằng trường hợp làm việc bất lợi nhất của máy là khi tiến hành ép cọc với lực ép lớn nhất và cọc không xuống được nữa do lực cản ma sát quá lớn tác dụng vào cọc hoặc cọc gặp phải vật cản không xuyên qua được. Khi đó, điều kiện biên của khung chính máy được xác định với bề mặt tiếp xúc giữa bàn trượt của khung chính và chân kẹp cọc được coi là liên kết ngàm.



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

2.2.4.3. Đặt lực cho các chi tiết

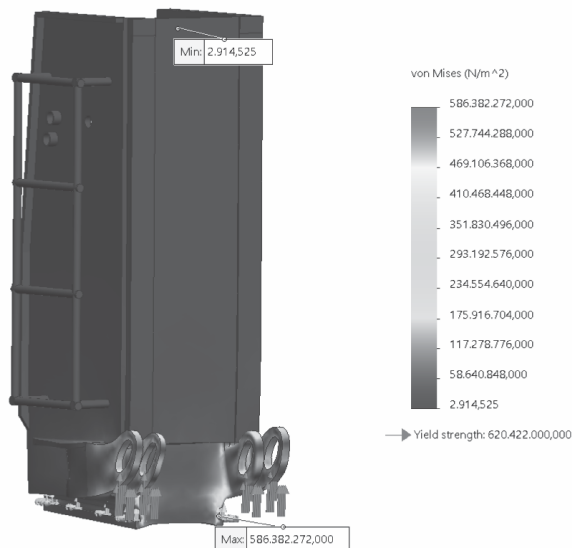
Quá trình đặt lực vào mô hình 3D khung chính trường hợp ép cọc được thể hiện ở hình dưới đây:



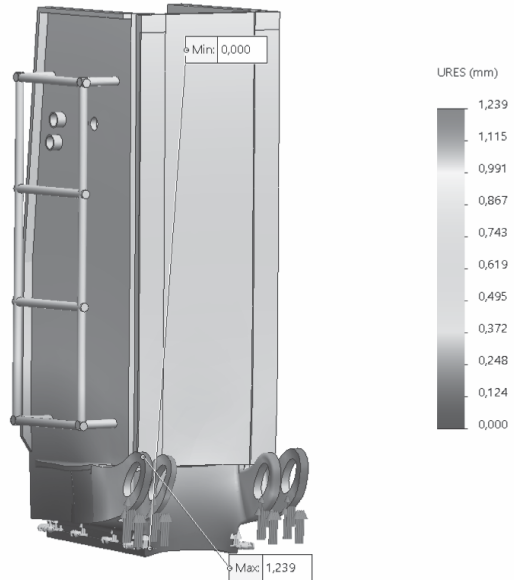
Hình 7. Quá trình đặt lực tác dụng vào khung chính khi ép cọc.

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

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



Hình 8. Kết quả phân tích ứng suất của khung chính trong trường hợp phản lực do lực ép cọc tạo ra tác dụng vào khung chính.



Hình 9. Kết quả chuyển vị của khung chính trong trường hợp phản lực do lực ép cọc tạo ra tác dụng vào khung chính.

Nhận xét: Với trường hợp phản lực do lực ép cọc tạo ra tác dụng vào khung chính, ta có thể thấy ứng suất lớn nhất phát sinh trên khung chính có giá trị $\sigma = 586,4 \text{ [N/mm}^2\text{]}$ tại vị trí liên kết giữa xi-lanh ép cọc và khung chính. So sánh với giá trị ứng suất cho phép của vật liệu lựa chọn $[\sigma] = 723,8 \text{ [N/mm}^2\text{]}$, kết cấu khung chính đảm bảo điều kiện chịu lực. Chuyển vị lớn nhất tại mặt bích chịu tác dụng lực của xi-lanh, giá trị chuyển vị lớn nhất ở đây là 1,24 mm.

Như vậy, với các kết quả ở trên, kết cấu khung chính 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 chính mà tác giả đã tiến hành đạt được một số kết quả sau đây:



1) Đã phân tích được các loại kết cấu khung chính khác nhau, từ đó đưa ra kết cấu khung chính 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 chính. 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 chính, 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: **22/02/2024**

Ngày phản biện: **11/3/2024**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. 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.
- [2]. 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.
- [3]. 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.
- [4]. 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.
- [5]. TS. Nguyễn Thùy Chi; “*Nghiên cứu tính toán, thiết kế khung yên ngựa của máy ép cọc thủy lực robot di chuyển trên cọc*”, Tạp chí Cơ khí Việt Nam, số 303 tháng 5 năm 2023, ISSN 2815-5505.