

NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN TỐI ƯU HOÁ KẾT CẤU THÂN XE BUÝT CALCULATION AND OPTIMIZATION FOR BUS FRAMEWORK

Trần Hữu Nhân, Phan Đình Huân*, Phạm Xuân Mai

Khoa Kỹ Thuật Giao Thông, Đại học Bách Khoa, Tp. Hồ Chí Minh, Việt Nam

* Khoa Cơ Khí, Đại học Bách Khoa, Tp. Hồ Chí Minh, Việt Nam

T Ó M T Á T

Tính toán kết cấu thân xe buýt với sự kết hợp thực tế sản xuất tại Công ty Cơ Khí Giao Thông Vận Tải Sài Gòn Samco. Nghiên cứu phân tích và tiến hành xây dựng mô hình tính toán bằng phương pháp Phần tử hữu hạn, phân tích tất cả các trường hợp chịu tải khác nhau, trạng thái ứng suất, độ bền các phần tử trong kết cấu thân xe buýt. Các phần tử kết cấu thân xe buýt được phân tích và tối ưu hoá nhằm làm giảm trọng lượng toàn bộ kết cấu, giá thành sản xuất, tăng tính năng động lực học của xe.

ABSTRACT

The calculation and optimization Bus Framework were combined with the practical manufacture technology in Saigon Auto-Mechanics Co. Viet Nam. Do reseach on Finite Element Analysis, different load distribution cases, static and dynamic stress anlysis, the strength of Bus Framework elements. The elements of Bus Framework have been analysed and optimized for reduction of the structural weight, cost of manufacture, increasing the dynamic performance.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Phát triển giao thông công cộng, giảm thiểu ô nhiễm môi trường, giảm thiểu tiêu hao nhiên liệu đang là các vấn đề đã và đang cần giải quyết. Đồng thời để phát triển ngành công nghiệp ô tô ở nước ta hiện nay vấn đề đặt ra là làm tăng tỉ lệ nội địa hoá (IKD), chủ yếu là thân xe.

Vì thế, việc tính toán, thiết kế, tối ưu hoá, chế tạo thân xe buýt phù hợp với công nghệ tại Việt Nam là vô cùng cần thiết. Như vậy, cần tập trung giải quyết các vấn đề sau :

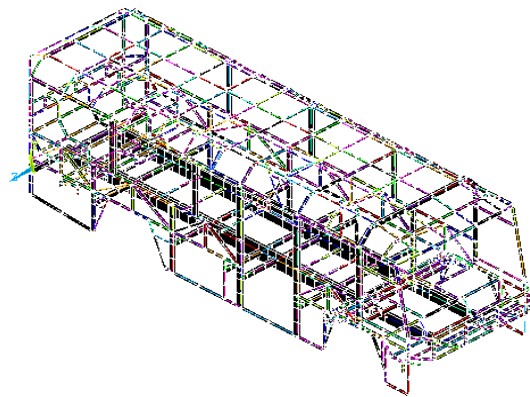
- Phân tích kết cấu thân xe buýt.
- Phân tích các trường hợp chịu tải thân xe.
- Tính toán tối ưu kết cấu.
-

II. XÂY DỰNG MÔ HÌNH PHẦN TỬ HỮU HẠN

Kết cấu thân xe là kết cấu khung xương chịu lực, ở đây ta tiến hành mô hình hoá toàn bộ

phần tử các thanh dầm BEAM 4 là phần tử dầm đặc trưng tổng quát nhất. Do thân xe có kết cấu với nhiều loại vật tư khác nhau nên ứng với từng phần tử trong mô hình sẽ xác định bởi thông số đặc trưng hình học tương ứng.

Từ việc phân tích kết cấu thân xe ta tiến hành xây dựng mô hình PTHH bao gồm 455 điểm, 1458 phần tử và 1184 nút.



Hình 1 Mô hình PTHH kết cấu thân xe buýt tính toán

III. TÍNH TOÁN TỐI ƯU HOÁ KẾT CẤU

Từ mô hình được xây dựng ta nhận thấy bài toán tối ưu hoá kết cấu đặt ra có:

- Biến thiết kế: là bộ thông số đặc trưng kích thước mặt cắt ngang của các thanh dầm trong kết cấu, hay phần tử trong các mô hình cần tối ưu.
- Biến trạng thái: là điều kiện ràng buộc hay giới hạn giá trị ứng suất cực đại trong tất cả các phần tử, đảm bảo độ bền kết cấu trong tất cả các trường hợp chịu tải.
- Hàm mục tiêu: mong muốn đặt ra là cực tiểu hoá tổng khối lượng toàn bộ

kết cấu, do vật liệu là đồng nhất và đẳng hướng nên có thể xem hàm mục tiêu là tổng thể tích tất cả các phần tử trong mô hình.

Quá trình tính toán tối ưu cho một số phần tử đặc trưng diễn hình bằng phương pháp bậc zero (Subproblem), thể hiện theo sơ đồ sau:

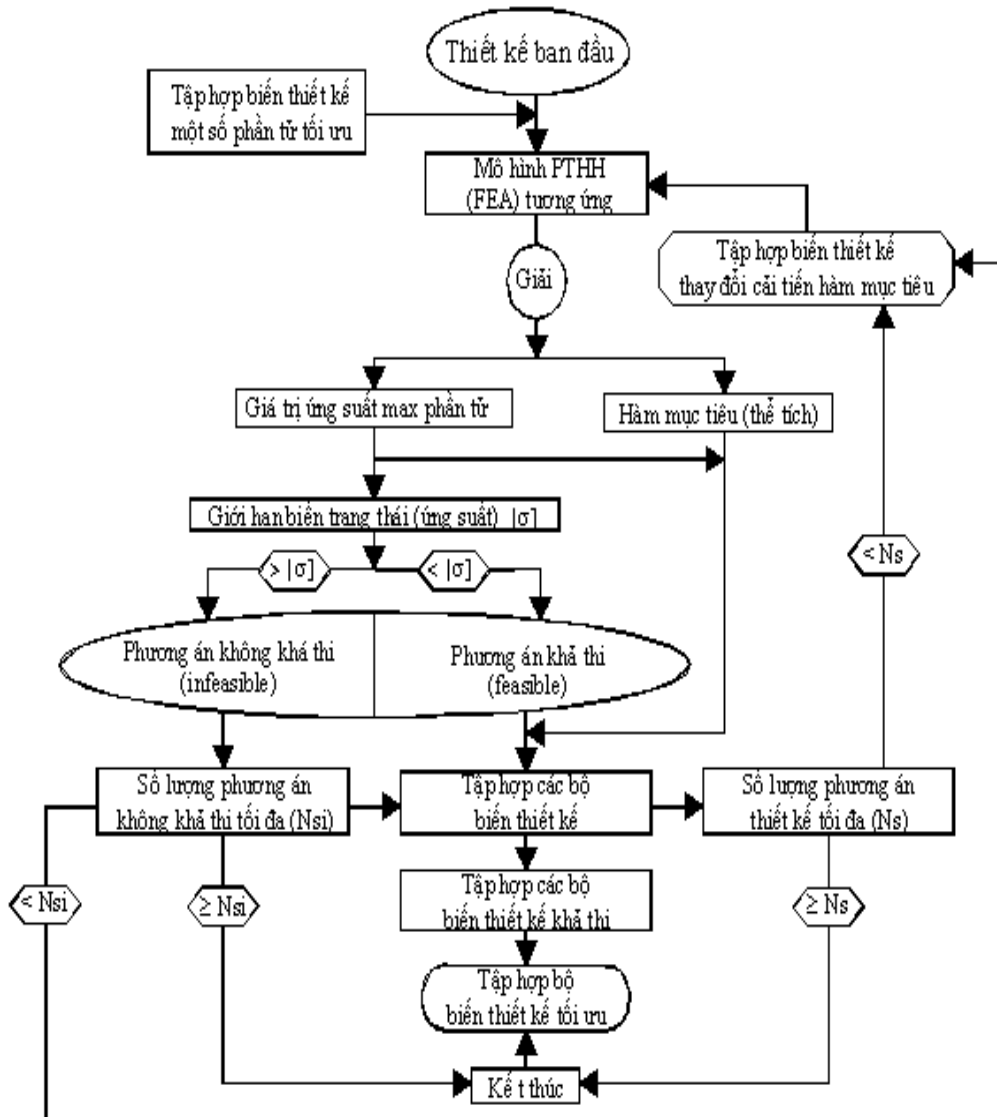
Trong đó:

n_s : số lượng quá trình lặp.

n_{si} : số lượng phương án thiết kế không khả thi.

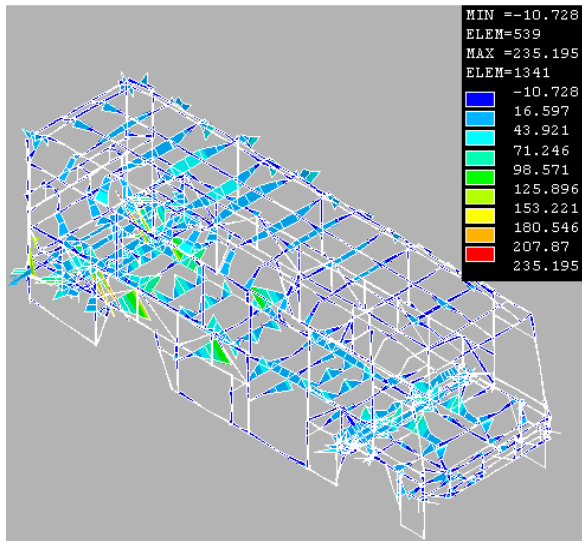
N_s : số lượng quá trình lặp tối đa.

N_{si} : số lượng phương án thiết kế không khả thi tối đa.

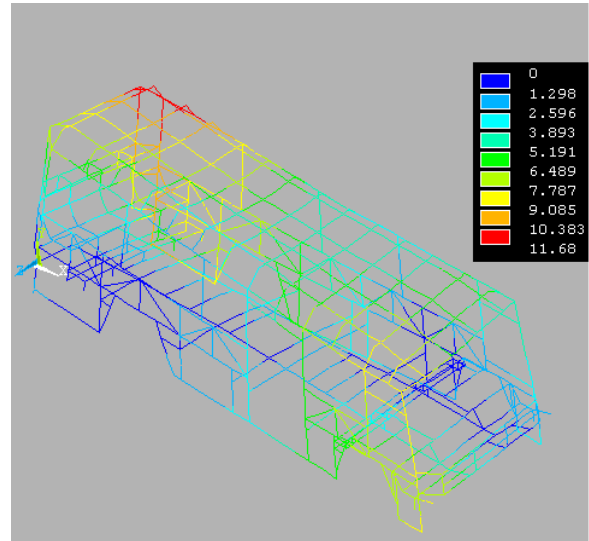


IV. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

4.1 Khả năng chịu tải



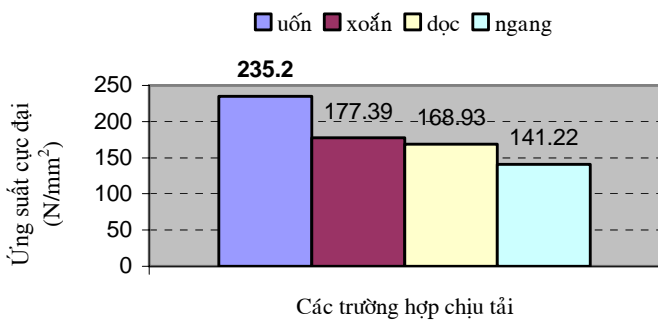
Hình 4.1 Ứng suất lớn nhất sinh ra tại dầm ngang dài sàn chính trong trường hợp chịu uốn



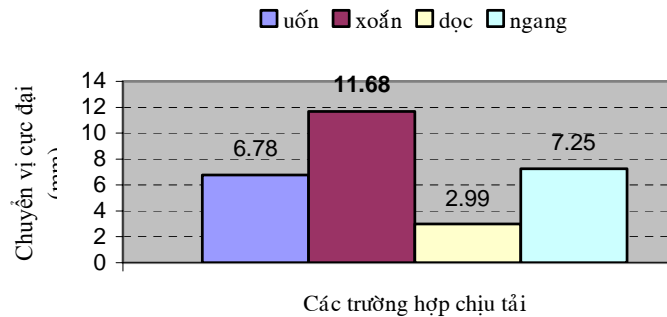
Hình 4.2 Chuyển vị lớn nhất sinh ra tại mảng mũi trong trường hợp chịu xoắn

Tính toán khả năng chịu tải kết cấu trong tất cả các trường hợp chịu tải thân xe. Giá trị ứng suất cực đại xuất hiện trong trường hợp xe chịu tải trọng uốn là $235,2 < [\sigma] = 250 \text{ N/mm}^2$ (giá trị ứng suất cho phép vật liệu). Như vậy, kết cấu thân xe hoàn toàn đủ độ bền trong mọi

trường hợp chịu tải. Đồng thời, ứng suất cực đại xuất hiện tại dầm ngang sàn chính trong trường hợp chịu uốn và chuyển vị lớn nhất xuất hiện tại dầm thuộc mảng mũi trong trường hợp chịu xoắn.



Hình 4.3 Ứng suất lớn nhất sinh ra trong trường hợp chịu uốn



Hình 4.4 Chuyển vị lớn nhất sinh ra trong trường hợp chịu xoắn

4.2 Tính toán tối ưu

Tính toán tối ưu các phần tử đặc trưng trong kết cấu trong tất cả các trường hợp tác dụng

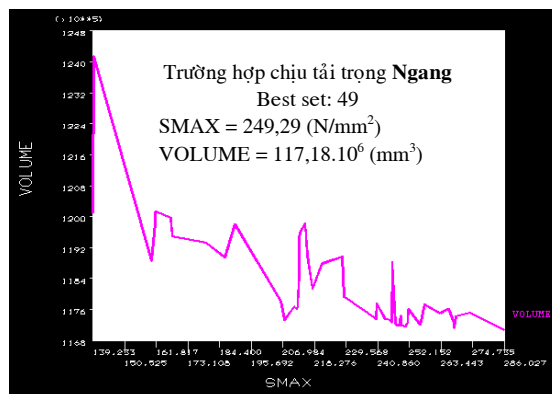
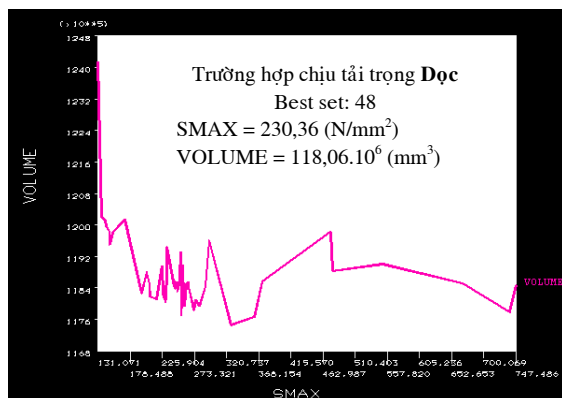
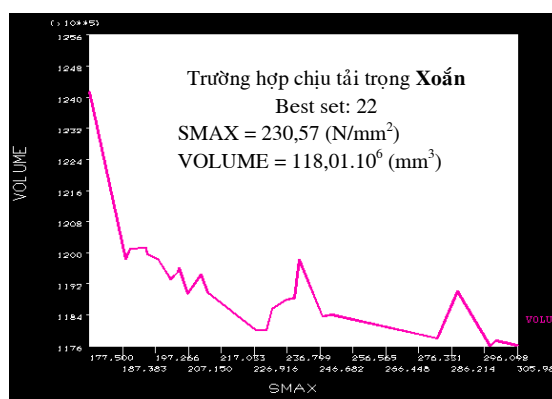
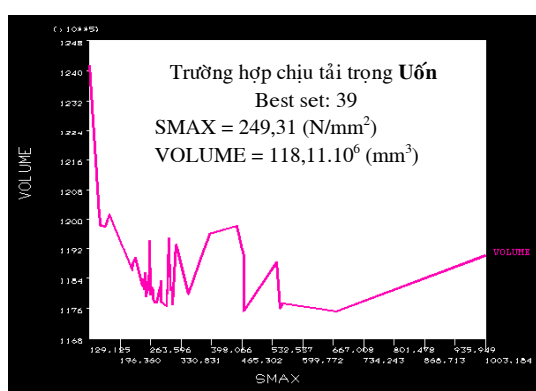
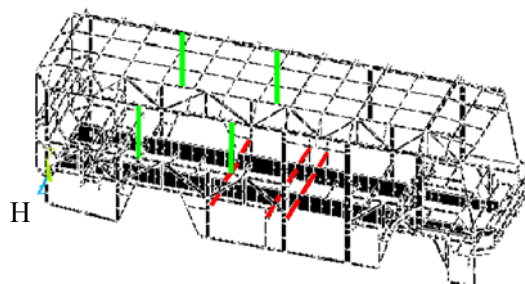
của tải trọng. Kết cấu tối ưu là kết cấu được xây dựng bởi các phần tử tối ưu sao cho khối lượng toàn bộ kết cấu là nhỏ nhất nhưng vẫn

đảm bảo độ bền trong tất cả mọi trường hợp tác dụng của tải trọng.

Trong mỗi trường hợp chịu tải trọng khác nhau tiến hành tính toán tối ưu ta đư ợc một bộ thông số biến thiết kế tối ưu tương ứng. Như vậy, bộ thông số tối ưu trong tất cả các trường hợp chịu tải sẽ là sự kết hợp các giá trị của từng biến thiết kế.

Đồng thời, khi xác định bộ thông số tối ưu ta xây dựng được mô hình tính với bộ thông số này và nhận được kết quả là giá trị thể tích (hay khối lượng) toàn bộ phần tử trong kết cấu giảm 4,12% so với ban đầu.

Kết quả tính trong các trường hợp chịu tải khác nhau thể hiện mối quan hệ giữa ứng suất cực đại trong phần tử (biến trạng $_{SMAX}$), tổng thể tích tất cả các phần tử trong mô hình (hàm mục tiêu $_{VOLUME}$) và số lần (SET NUMBER) trong suốt quá trình tính tối ưu.



Hình 4.6 Biểu đồ quan hệ biến trạng thái (ứng suất $_{SMAX}$) và hàm mục tiêu (thể tích $_{VOLUME}$) trong các trường hợp chịu tác dụng của tải trọng

IV. KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

5.1 Kết luận

Tính toán kiểm tra bền tất cả các trường hợp tác dụng của tải trọng dựa trên mô hình tính xây.

Giải quyết bài toán cơ học có kể đến trọng lượng bản thân các phần tử trong kết .

Nhờ vào sự hiển thị trực quan kết quả tính toán giúp xác định được các vị trí trọng yếu trong kết cấu, để từ đó đề xuất các phương án thiết kế cải tiến nhằm nâng cao khả năng ứng xử kết cấu khi chịu tải trọng trong các trường hợp khác nhau.

Kết quả tối ưu đạt được giảm **4,19%** so với khối lượng kết cấu ban đầu .

5.2 Hướng phát triển

Khảo sát, tính toán và tối ưu hoá các mối ghép trong kết cấu.

Nghiên cứu sự ảnh hưởng lớp vỏ ngoài đến khả năng chịu tải trọng của khung xương thân xe.

Tính toán khả năng chịu mỏi, đặc biệt là tại các mối ghép hàn.

Tính toán dao động kết cấu do tải trọng tác dụng liên tục thay đổi.

Tính bài toán biến dạng lớn kết cấu, xảy ra trong trường hợp va chạm.

Mô phỏng khả năng ứng xử kết cấu khi tải trọng tác dụng thay đổi theo thời gian.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. PAWLOWSKI J. *Vehicle body engineering*, Business Books, 1969
- [2]. JASON C.BROWN, JOHN ROBERTSON, STAN T.SERPENTO, *Motor Vehicle Structures Concepts And Fundamentals*, Butterworth – Heinemann, 2003
- [3]. ROBERT D. COOK, DAVID S. MALKUS, MICHAEL E. PLESHA, ROBERT J. WITT. *Concepts And Applications Of Finite Element Analysis*. John Wiley & Sons, Inc, 2001
- [4]. VÕ NHƯ CẦU . *Tính Kết Cấu Theo Phương Pháp Tối Ưu*. NXB Xây Dựng, 2003
- [5]. LÊ HOÀNG TUẤN, BÙI CÔNG THÀNH. *Sức Bền Vật Liệu. Tập 1,2*. NXB Đại Học Bách Khoa Tp.HCM
- [6]. SAEED MOAVENI. *Finite Element Analysis Theory and Application with Ansys*. Prentice-Hall. Inc.
- [7]. ANSYS HELP. *Design Optimization, Structural Analysis*. Ansys Inc.
- [8]. J.REIMPELL H.STOLL, J.W.BETZLER *The Automotive Chassis*, SEA, 2001