Nghiên cứu trạng thái ứng suất và biến dạng của đập bê tông trọng lực có xét đến tác dụng động đất

Nguyễn Trọng Quân

Công ty cổ phần tư vấn Sông Đà - Tập đoàn Sông Đà

Mail: quansdc@gmail.com ; Website: http://tinyurl.com/quansdc/

1. Đặt vấn đề:

Công trình Hồ chứa nước được xây dựng ngày càng nhiều, càng có quy mô lớn, một trong những kết cấu xây dựng để tạo hồ chứa là đập. Ở một số vùng, do vật liệu địa phương không thoả mãn điều kiện đắp đập, bên cạnh đó với sự ưu việt của bê tông nên đã dùng hình thức đập bê tông trọng lực.

Để đảm bảo an toàn cho đập bê tông trọng lực, ngoài tính toán ổn định trượt lật thì cần tính ứng suất và biến dạng để kiểm tra độ bền của đập, tính toán cốt thép cũng như phân vùng vật liệu trong đập một cách hợp lí, tránh lãng phí vật liệu và giảm giá thành xây dựng.

Trước đây, phương pháp tính toán cho đập bê tông trọng lực thường đưa về bài toán phẳng để tính nên chưa phản ánh đúng trạng thái chịu lực của công trình khi làm việc. Trong đề tài này, tác giả sẽ tính theo bài toán không gian tức là đập tràn, trụ pin, đập bê tông trọng lực và nền cùng làm việc đồng thời có xét đến tải trọng động đất, do đó nó phản ánh được đầy đủ hơn, chính xác hơn trạng thái làm việc của công trình trong thực tế.

Vì vậy, đề tài này có ý nghĩa khoa học và thực tiễn cao trong bối cảnh xây dựng đập và hồ chứa của Việt Nam hiện nay.

2. Ảnh hưởng của động đất đến sự làm việc của đập

Động đất là một thiên tai đặc biệt nguy hiểm đe dọa nhiều khu vực trên trái đất. Trên đất liền, động đất gây trượt lỡ trong vùng núi, gây biến dạng mặt đất nơi đồng bằng, làm biến mất hoặc tạo thành các hồ và đầm lầy. Ngoài biển, động đất mạnh làm thay đổi địa hình đáy biển, gây ra sóng thần, tàn phá các vùng gần biển.

Chấn động động đất gây phá hủy nhà cửa và các công trình, tàn phá các thành phố, cướp đi của cải và sinh mạng của nhân loại.

Nguyên nhân của động đất rất phức tạp, có thể rất khác nhau: hoạt động kiến tạo, núi lửa, sập hang động ở vùng carster, các vụ nổ…Nhưng với quan điểm công trình thì người ta quan tâm nhất tới động đất kiến tạo, tức là động đất liên quan tới sự tích lũy và giải phóng năng lượng trong một phần rộng lớn của vỏ trái đất gây ra bởi sự chuyển động liên tục của các địa khối (vận động kiến tạo). Người ta quan tâm nhất tới dạng động đất này bởi lẽ nó có khả năng lặp lại thường xuyên, giải phóng một năng lượng lớn và tác động trên một diện rộng. Có nhiều quan điểm khác nhau về cơ chế phát sinh động đất kiến tạo nhưng ngày nay, quan điểm được thừa nhận rộng rãi nhất và được chứng minh đầy đủ bằng quan sát thực tế là quan điểm cho rằng động đất kiến tạo phát sinh do dịch chuyển đột ngột của các khối theo các đứt gãy địa chất. Trong các trận động đất mạnh, dịch chuyển ấy bắt đầu từ một điểm nhất định và lan truyền nhanh chóng theo chiều dài đứt gãy.

Năng lượng của động đất là rất lớn. Ví dụ để có năng lượng sóng địa chấn tương đương với năng lượng của động đất với manitude MI=7,3 cần phải nổ một quả bom khoảng 50 megaton.

Động đất có tác động tới công trình được coi như là tải trọng động đất, tải trọng đặc biệt. Động đất tác động trực tiếp vào công trình do dao động nền tạo ra lực quán tính động đất, làm tăng áp lực nước, áp lực bùn cát…gây nên sự biến đổi về trị số, sự phân bố ứng suất bất lợi cho công trình.

3. Động đất ở Việt Nam

Trong lịch sử từ năm 114 đến năm 2003 Việt nam đã ghi nhận được 1645 trận động đất mạnh từ 3,5 độ Richter trở lên. Đó là trận động đất cấp 8 xảy ra vào năm 114 ở bắc Đồng Hới, các trận động đất cấp 7, cấp 8 xảy ra ở Hà nội vào các năm 1277, 1278, 1285 ; động đất cấp 8 ở khu vực Yên Định - Vĩnh Lộc - Nho Quan vào năm 1635 ; động đất cấp 8 vào năm 1821 ở Nghệ An, cấp 7 ở Phan Thiết vào các năm

Bảng 3.1. *Thống kê các trận động đất ở Việt nam*

Năm	**Địa phương**	**Cường độ** (Richter)	**Ghi chú**
1935	Điện Biên	6,8	Độ sâu chấn tiêu 25Km, làm chết 18 người
1968	Nhã Nam, Yên thế	5,5	
1983	Lai Châu	6,7	Chiều sâu chấn tiêu 23Km, làm chết 61 người
2001	Biên giới Việt - Lào	5,3	

1882, 1887… Trận động đất lớn nhất ở Việt nam trong vòng 100 năm qua là trận động đất 6,8 độ Richter ở Tây Nam - Điện Biên Phủ vào năm 1935 với cấp động đất bề mặt là 8÷9. Tiếp theo là trận động đất 6,7 độ Richter ở Tuần Giáo năm 1983 làm nhiều nhà sụp đổ.

Những kết quả nghiên cứu quy luật biểu hiện động đất mạnh trên lãnh thổ Việt nam đều có điểm chung là mạnh chỉ xảy ra trên những đới đứt gãy sâu hoạt động phân chia các đơn vị cấu trúc. Cũng qua nghiên cứu các nhà khoa học đã phát hiện Thủ đô Hà nội nằm trong vùng đứt gãy sông Hồng - sông Chảy, nơi xảy ra các trận động đất mạnh 5,1÷5,5 độ Richter. Chu kỳ lặp lại động đất mạnh 5,4 độ Richter ở Hà nội là 1100 năm và trận động đất mạnh cuối cùng xảy ra cách đây đã hơn 700 năm 9(1285). Hiện Hà nội đang trong thời kỳ yên tĩnh nhưng trong tương lai hoạt động động đất có thể tăng lên và động đất có thể xảy ra. Ngoài ra, Hà nội còn phải chịu tác động của động đất mạnh xảy ra ở những vùng đứt gãy lân cận như đứt gãy sông Lô, Đông Triều, Sơn La.

Một kiểu động đất ở Việt nam là tiếp nhận năng lượng từ vận động dồn mảng giữa mảng Ấn Độ Dương (có phần Đại Dương và phần tiểu lục địa Ấn Độ) xô vào mảng châu Á. Các nhà địa chấn học theo thuyết "kiến tạo mảng" đã chứng minh rằng hầu hết biến động của lục địa châu Á ngày nay có liên quan đến hành vi của đới ranh giới giữa hai mảng thạch quyển nói trên. Đới này có hình vòng cung từ nơi tiếp giáp giữa tiểu lục địa Ấn Độ với dãy Himalaya, vòng xuống vùng biển phái Tây bán đảo Mã Lai rồi chạy xuống biển phía Tây Nam các đảo Sumatra và Java của Indonesia, là nơi xảy ra động đất Aceh tạo ra thảm hoạ sóng thần ở Ấn Độ Dương vừa qua. Vì mối liên hệ này, các biến vị nội lục địa ở châu Á luôn gắn liền nhưng xảy ra muộn hơn các biến vị của đới ranh giới mảnh nói trên. Nên sau động đất Aceh, đã xảy ra dồn dập các động đất yếu hơn, muộn hơn và phân tán trên lãnh thổ Việt nam. Thời gian lan truyền và giải toả năng lượng này còn tiếp diễn và động đất còn có thể xuất hiện ở nước ta trong thời gian tới.

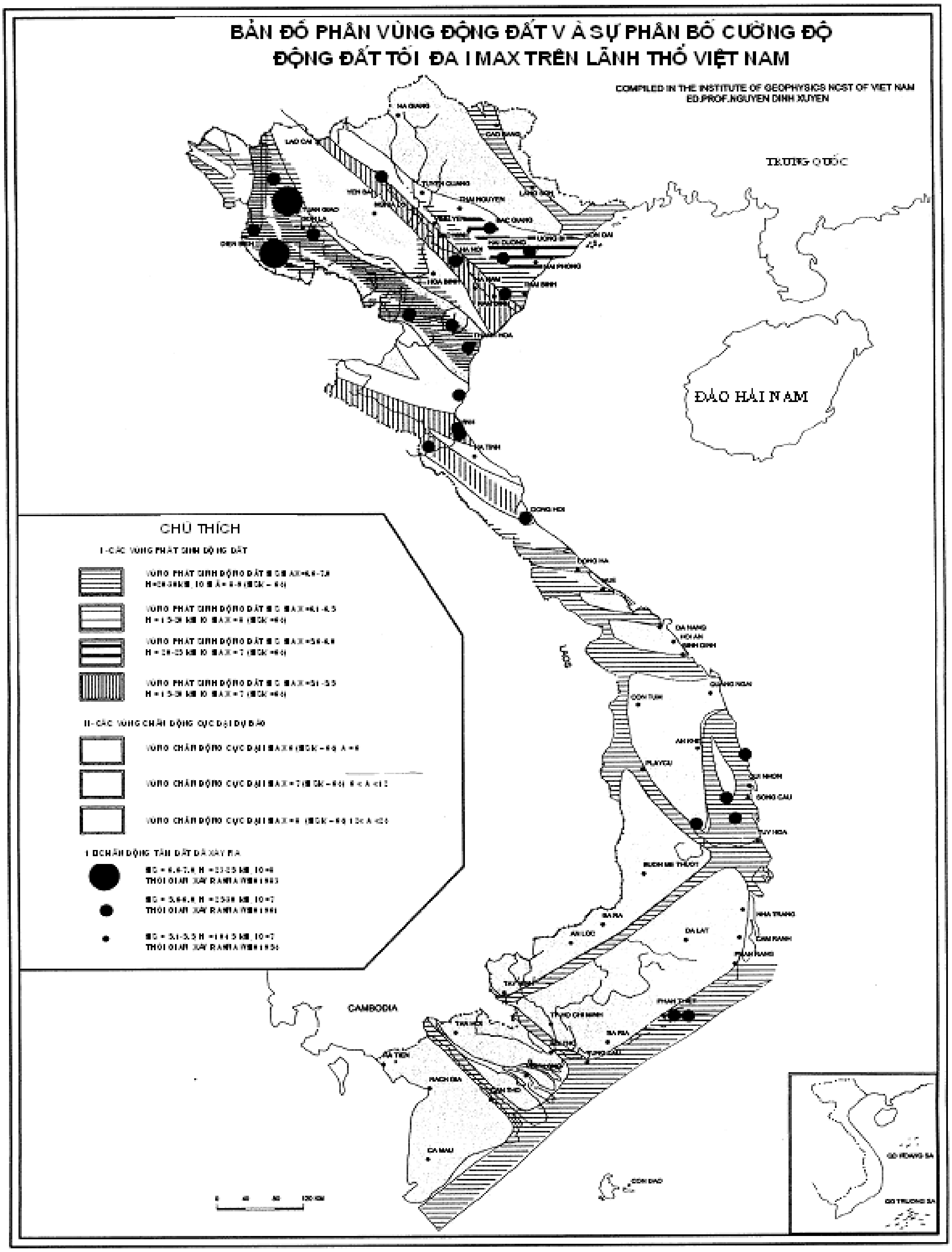
Vùng Tây Bắc là nơi xảy ra động đất nhiều nhất ở Việt Nam.

Đứt gãy Điện Biên - Lai Châu và Điện Biên - Sơn La có thể gây ra động đất nguy hiểm nhất Việt nam. Sau đó là đứt gãy sông Mã có thể gây ra động đất cấp 9. đứt gãy sông Hồng có thể gây ra động đất cấp 8. Các đứt gãy khác có thể gây ra động đất cấp 7 trở xuống. Miền Nam nước ta là nơi có động đất yếu và ít gây hại.

Dựa trên các tài liệu phân vùng động đất của trung tâm địa lý địa cầu thuộc viện khoa học Việt nam những vùng có khả năng động đất mạnh có liên quan đến đặc điểm kiến tạo, mỗi vùng gắn liền với một đới đứt gãy sâu và các thông số địa chấn, cụ thể như sau:

- Vùng Đông Bắc trung Hà Nội : Cấp 7

- Vùng Sông Hồng, Sông Chảy : Cấp 7-8
- Vùng Sông Đà : Cấp 7
- Vùng Sông Mã : Cấp 8-9



Hình 3.1. *Bản đồ phân vùng động đất và sự phân bố cường độ động đất tối đa trên lãnh thổ Việt Nam.*

- Vùng biển Trung Bộ : Cấp 7

- Vùng biển Nam Bộ : Cấp 7

Đặc biệt với miền Bắc Việt nam các nhà nghiên cứu về động đất dựa trên các đặc điểm kiến tạo phân ra các vùng có khả năng động đất mạnh như sau:

Bảng 3.2. *Thông số cơ bản của các vùng nguồn phát sinh động đất mạnh miền Bắc Việt Nam*

Vùng nguồn	Chấn cấp		H	Hệ số b	Tốc độ
	Min	Max			
Cao bằng - Tiên Yên	4,5	6,0	17	0,877	0,03
Đông Triều	4,5	6,0	15	0,877	0,08
Sông Lô	4,5	5,5	15	0,877	0,10
Sông Hồng - Sông Chảy	4,5	6,0	15	0,877	0,36
Sông Đà	4,5	5,5	12	0,814	0,70
Sông Mã - Sơn La	4,5	6,8	25	0,814	0,40
Sông Cả - Rào Nậy	4,5	6,2	17	0,877	0,34
Ven biển	4,5	6,0	17	0,877	0,03
Mường Tè	4,5	5,5	12	0,814	0,01

4. Lý luận chung các phương pháp tính toán động đất

Kỹ thuật kháng chấn có liên quan đến việc phân vùng động đất, trạng thái động lực học của công trình, các phương pháp tính toán kết cấu của công trình và tính kinh tế khi thiết kế công trình.

Các phương pháp tính hiện nay có thể chia làm hai nhóm: phương pháp tĩnh và phương pháp động lực học.

4.1. Phương pháp tĩnh

Trong quá trình động đất, vỏ quả đất bị rung động đàn hồi với chu kỳ T=0,8-1,2 giây và gia tốc τ. Khi đó, công trình chịu tác động của lực động đất. Có nhiều phương pháp tính lực động đất.

Phương pháp tĩnh lực được áp dụng rộng rãi trong những năm trước đây, đầu thế kỷ 20, phương pháp nay tương đối đơn giản. Khi tính toán người ta coi công trình chịu tác động của các ngoại lực tăng thêm một hệ số tính toán có xét đến do động đất gây ra.

Lực quán tính động đất: khi có động đất, công trình bị rung động do đó gây ra lực quán tính, lực đó tỷ lệ với khối lượng công trình G/g và gia tốc động đất τ.

$$F_đ = \alpha.\frac{G}{g}.\tau$$

Trong đó: - G là trọng lượng công trình;

- g là gia tốc trọng trường;

- k = $\frac{\tau}{g}$ là hệ số động đất , động đất dưới cấp 8, hệ số động đất rất bé, thường bỏ qua không tính lực quán tính.

- α là hệ số đặc trưng động học.

Bảng 4.1. *Xác định hệ số động đất k*

Cấp động đất	6	7	8	9
Hệ số k	0,01	0,025	0,05	0,1

Đối với các tháp, tường chắn, đập bê tông hoặc bê tông cốt thép cao trên 10m thì:

$$\alpha = 1 + 0,5.\frac{h_1}{h_o}.$$

Trong đó: - h_1 là khoảng cách từ điểm tính toán đến mặt nền.

- h_o là khoảng cách từ trọng tâm công trình đến mặt nền.

Với các kết cấu chịu lực xô ngang như vòm,…thì α =2.

Với các bộ phận kết cấu cục bộ với công trình như cột, dàn…thì α =5.

Với các công trình và các bộ phận khác không nêu ở trên thì α =1.

Phương, chiều của lực quán tính động đất ngược chiều với gia tốc động đất. Vì vậy lực này có hướng tùy thuộc vào hướng của gia tốc. Trong thiết kế, chúng ta không xác định được hướng gia tốc mà phải chọn hướng nào bất lợi cho công trình về mặt ổn định và độ bền. Điểm đặt của tổng áp lực quán tính được xem như đặt ở trọng tâm công trình.

Theo phương pháp này thì không chú ý đến biến dạng của công trình và xem dao động của mọi điểm trên công trình là như nhau, sự phân bố lực quán tính động đất phụ thuộc vào khối lượng phân bố ở công trình. Các lực động đất được xem như lực ngang tỷ lệ với khối lượng của kết cấu.

4.2. Các phương pháp động lực học

Năm 1920 lần đầu tiên Mô nô nê be cho rằng dao động tuần hoàn của nền đất như dao động cưỡng bức của công trình và đưa ra công thức sau:

$$S = k_c \,.\, Q \,.\, \beta$$

Trong đó: k_c : Hệ số động đất; Q : Khối lượng của công trình; β : Hệ số động lực.

Cơ sở chung nhất của phương pháp động lực học được nghiên cứu vào những năm 1927. Người ta nhấn mạnh đến tính chất tác động tức thời của động đất. Trong thời gian tức thời hệ số β có thể tăng gấp 2 lần.

Trong nhóm các phương pháp động lực có nhiều phương pháp:

a. Phương pháp giải tích:

Cơ sở của phương pháp là công nhận mô hình tính toán cơ học của công trình trong một môi trường liên tục hoặc rời rạc thiết lập hàm giải tích đưa yếu tố thời gian vào dao động của động đất. Từ các phương trình vi phân xác định được chuyển vị, vận tốc và gia tốc. Các lực động đất xác định bằng tích của khối lượng và gia tốc tương ứng.

b. Phương pháp phổ:

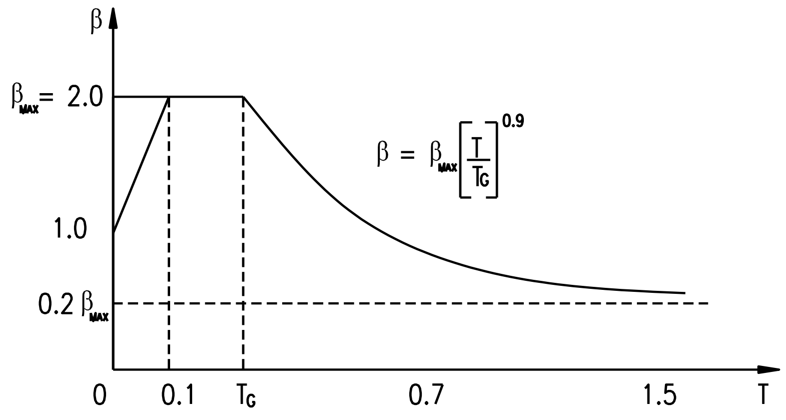
Trên cơ sở phân tích các trận động đất ở Xan Francisco năm 1923 và Laybich năm 1933 nhiều tác giả đã thiết lập được dạng mới của phương pháp động lực học để tính toán công trình đó là phương pháp phổ, hoặc theo phương pháp đường cong phổ.

Phương pháp phổ được M.Bo đề xuất năm 1933 và sau đó được Cotrinski nghiên cứu hoàn thiện.

Nội dung của phương pháp phổ là xác định các gia tốc, vận tốc và chuyển vị cực đại của các dao động. Khi phân tích, người ta đã sử dụng sự tương tự của hệ phức tạp với hệ có một bậc tự do. Phương pháp tính toán theo đường cong phổ đã được ứng dụng rộng rãi trong các tiêu chuẩn quy phạm của các nước để xác định áp lực động đất.

Đường cong phổ phản ứng thiết kế đập lớn được biểu thị ở *hình 4.1* với đường cong phổ phản ứng đập lớn theo công thức sau:

$$\beta = \begin{cases} 1 + 10T(\beta_{\max} - 1), \ldots\ldots 0 < T \le 0.1 \\ \beta_{\max}, \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 0.1 < T \le T_g \\ \left(\dfrac{T_0}{T}\right)^{0.9} * \beta_{\max}, \ldots\ldots\ldots\ldots T_g < T \end{cases}$$



Hình 4.1. *Đường cong phổ phản ứng thiết kế đập lớn*

Khi phân tích tính năng kháng chấn đập lớn có thể lấy giá trị $\beta_{max} = 2.0$, giá trị T_g lấy bằng 0.2g, giá trị chu kỳ đặc trưng $T_0 = 0.2$s.

c. Phương pháp động lực:

Cơ sở của phương pháp này là dựa vào các biểu đồ gia tốc thức tế của các trận động đất đã quan trắc được để phát triển cùng với phổ.

Các phương trình vi phân được viết ra là các phương trình có vế phải là các lực gây ra các dao động cưỡng bức được biểu thị bằng biểu đồ gia tốc ghi được bằng máy đo các trận động đất trên thế giới.

Nhược điểm chính của phương pháp này là tính toán phức tạp và cần có biểu đồ gia tốc ghi được khi quan trắc. Cho đến nay phương pháp này dùng rất hạn chế, chỉ nghiên cứu các công trình quan trọng đủ tài liệu.

d. Phương pháp ngẫu nhiên:

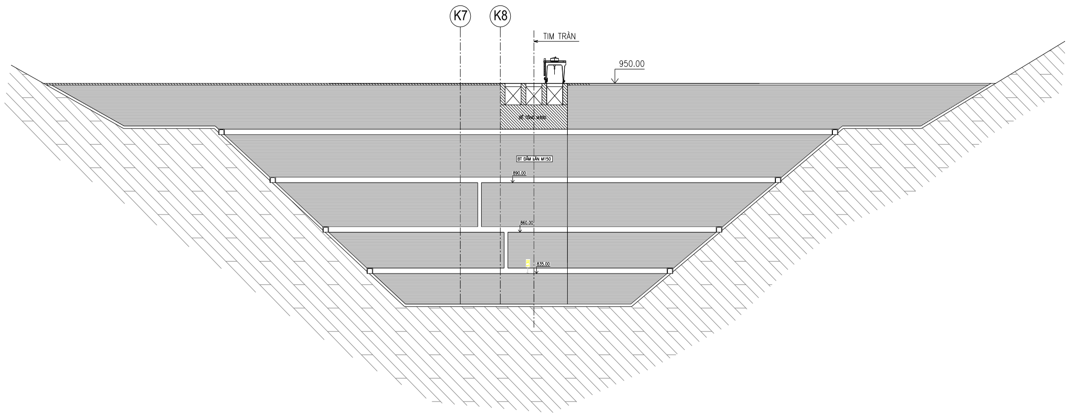
Cách đặt vấn đề của phương pháp ngẫu nhiên là nghiên cứu các hệ kết cấu chịu tác động của động đất, vật liệu của kết cấu và động đất là các yếu tố ngẫu nhiên thay đổi theo thời gian. Bài toán xác định đặc tính xác suất cho trước của nền đất. Bài toán dao động động đất dẫn đến bài toán cơ bản của lý thuyết hàm ngẫu nhiên bằng việc xây dựng hàm từ các hàm ngẫu nhiên đã cho, tuy nhiên việc thu thập thông tin xác suất chính xác và tác động của động đất ở từng khu vực là một bài toán khó.

5. Tính toán ứng suất biến dạng của đập bê tông

5.1 Các thông số cơ bản lựa chọn tính toán đập bê tông

- Cao trình đỉnh đập: + 950.0 m
- Cao trình ngưỡng tràn: +937.00 m
- Cao trình đáy đập tại vị trí lòng sông: +815.0 m
- Mực nước dâng bình thường: + 945.00

- Mực nước dâng gia cường: +946.89 m
- Mực nước lũ kiểm tra: +948.42 m
- Mực nước chết: + 906.00 m
- Tổng chiều dài tuyến đập: + 595.34m



Hình 5.1: *Cắt dọc tuyến đập*

5.2. Các chỉ tiêu tính toán của vật liệu

Để đơn giản trong tính toán, ta coi vật liệu làm đập và nền làm việc trong miền đàn hồi.

Bảng 5.1. *Các đặc trưng của nền*

<table>
<tr><th>Đới</th><th colspan="2">Thông số</th><th>Đá phiến</th><th>Granit</th></tr>
<tr><td colspan="5">Nền đập</td></tr>
<tr><td rowspan="4">IIA
IIB</td><td rowspan="2">Mô đun biến dạng, (kg/cm^2)</td><td>Tĩnh</td><td>40000</td><td>870000</td></tr>
<tr><td>Động</td><td>60000</td><td>1200000</td></tr>
<tr><td colspan="2">Hệ số nở hông (Poisson)</td><td colspan="2">0.2</td></tr>
<tr><td colspan="2">Trọng lượng riêng (kg/m^3)</td><td>2780</td><td>270</td></tr>
</table>

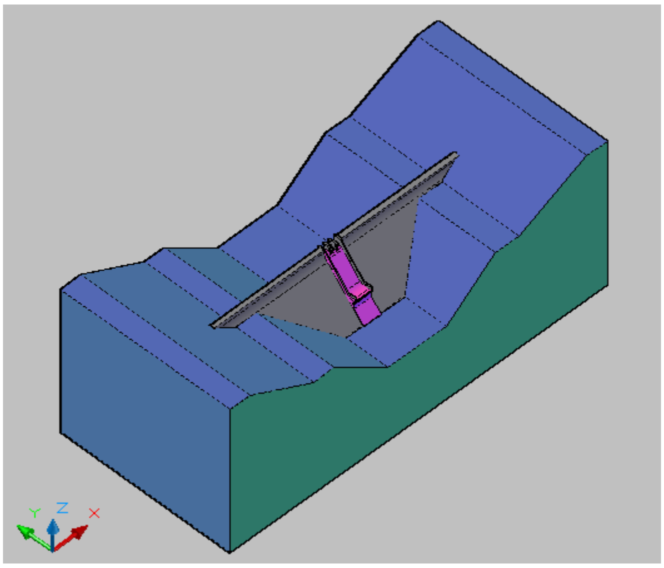
Bảng 5.2. *Bê tông đầm lăn M150*

<table>
<tr><td rowspan="2">Môđun đàn hồi, (kg/cm^2)</td><td>Tĩnh</td><td>180000</td></tr>
<tr><td>Động</td><td>270000</td></tr>
<tr><td colspan="2">Hệ số nở hông (Poisson)</td><td>0.2</td></tr>
<tr><td colspan="2">Trọng lượng riêng (kg/m^3)</td><td>2400</td></tr>
</table>

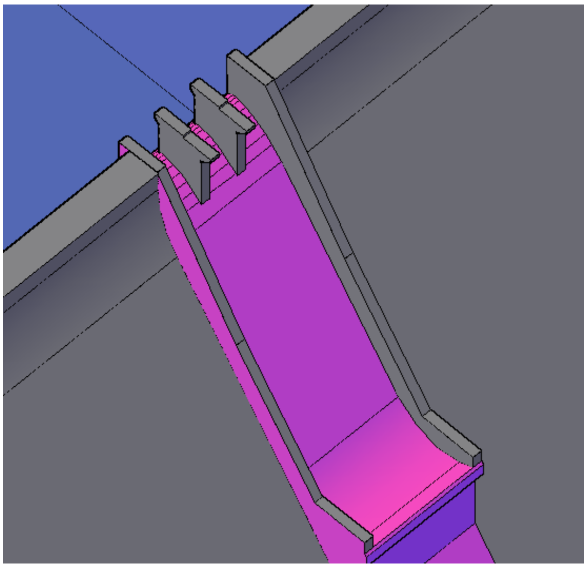
5.3. Tính toán ứng suất đập trường hợp chưa xét tới động đất:

5.3.1. Mô hình tính toán:

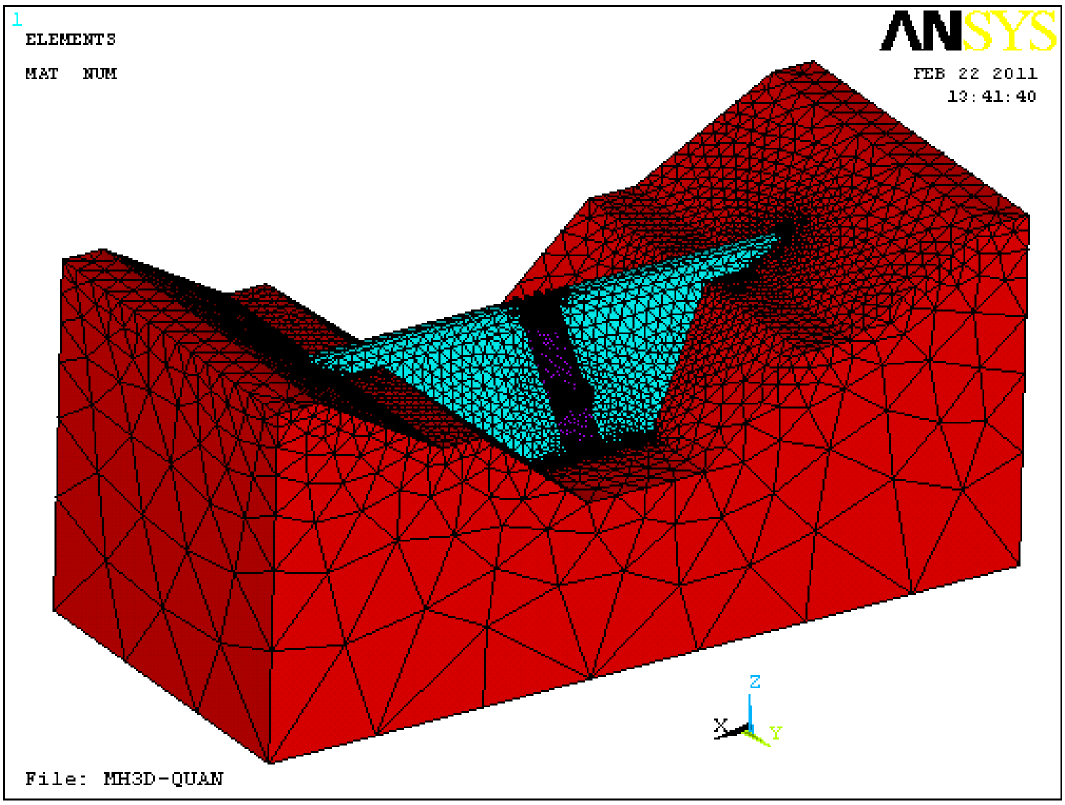
Sử dụng phần mềm Autocad và ANSYS để mô hình hóa đập dâng, đập tràn và nền cùng làm việc đồng thời và được mô hình hoá bằng phần tử solid concret 65.



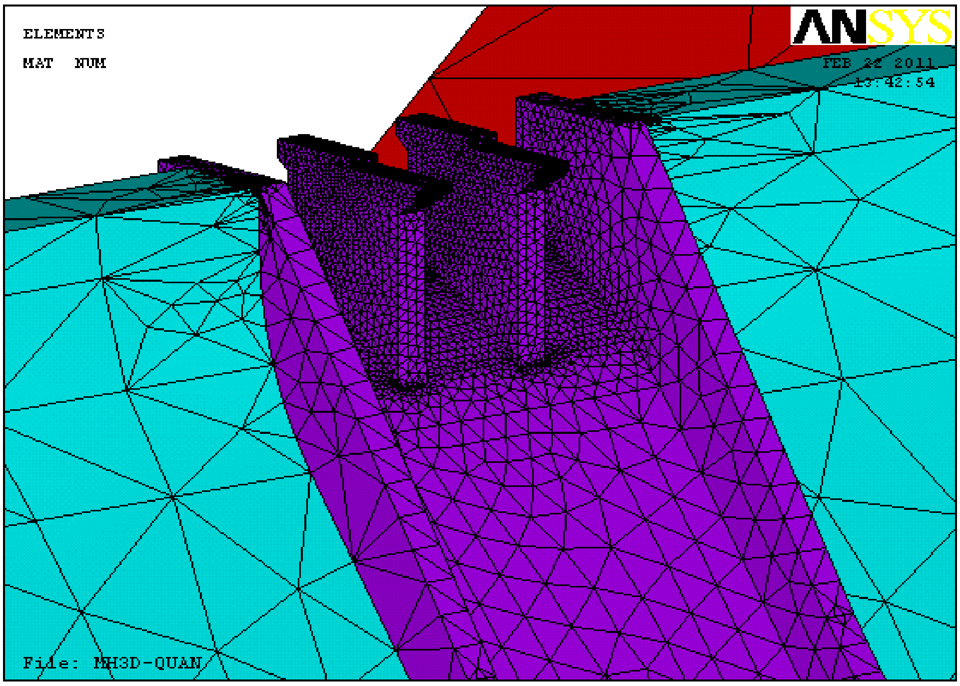
Hình 5.2: *Mô hình của sơ đồ tính xây dựng trong Autocad*



Hình 5.3: *Mô hình của sơ đồ tính vị trí gần đập tràn*

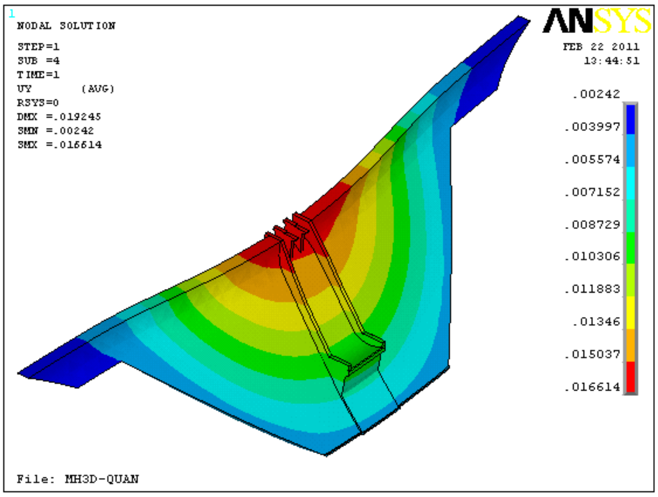


Hình 5.4: *Chia lưới phần tử trong phần mềm ANSYS*

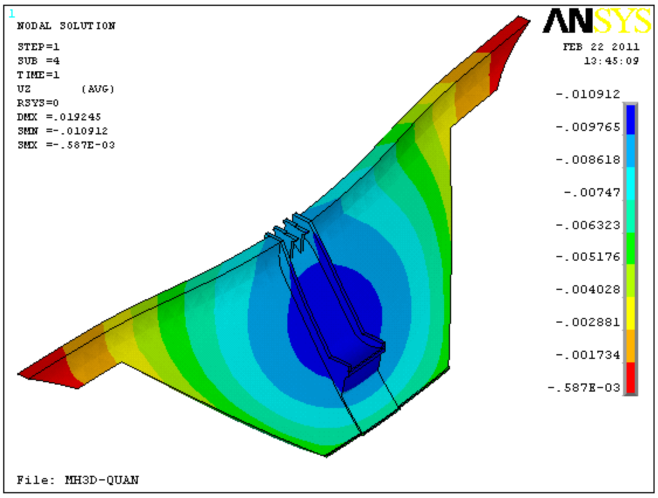


Hình 5.5: *Lưới phần tử khu vực đập tràn*

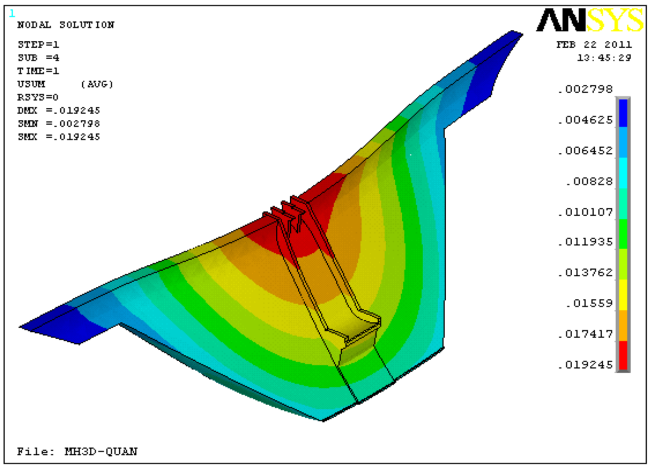
5.3.2. Kết quả tính toán



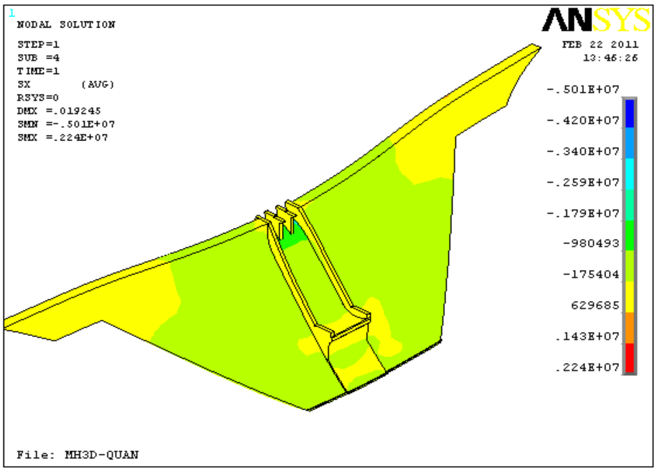
Hình 5.7: *Kết quả tính toán chuyển vị theo phương y*



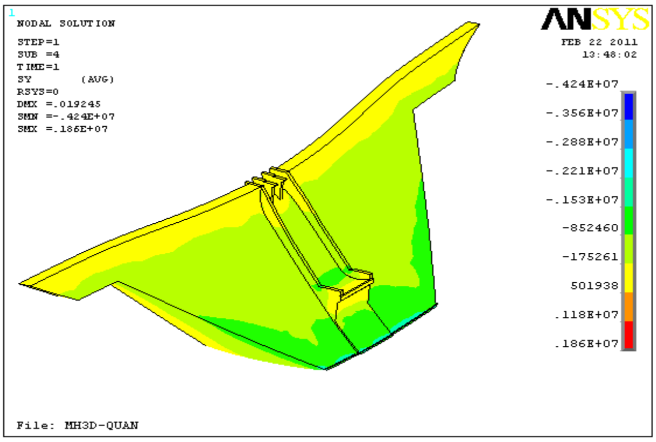
Hình 5.8: *Kết quả tính toán chuyển vị theo phương z*



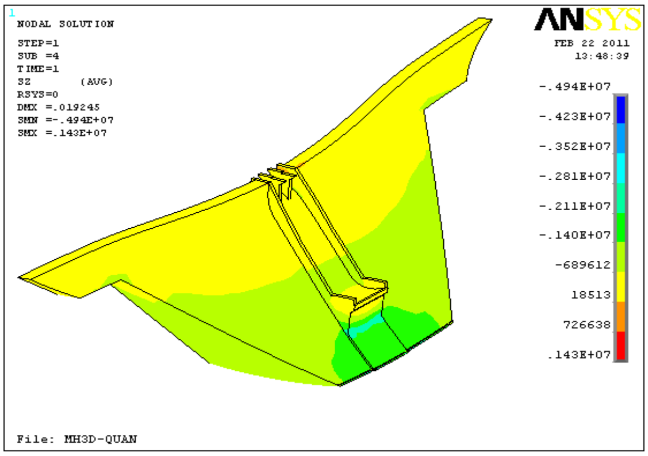
Hình 5.9: *Tổng chuyển vị đập, chuyển vị max = 0.0192m tại đỉnh đập phía tiếp giáp tràn trong khoảng từ K7-:-K8*



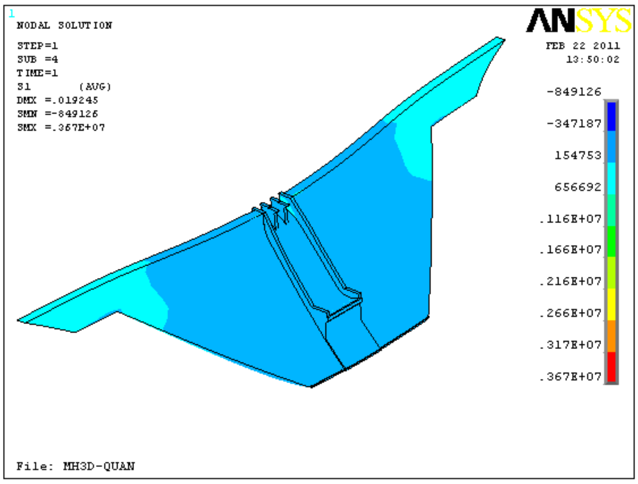
Hình 5.10: *Kết quả tính toán ứng suất S_x*



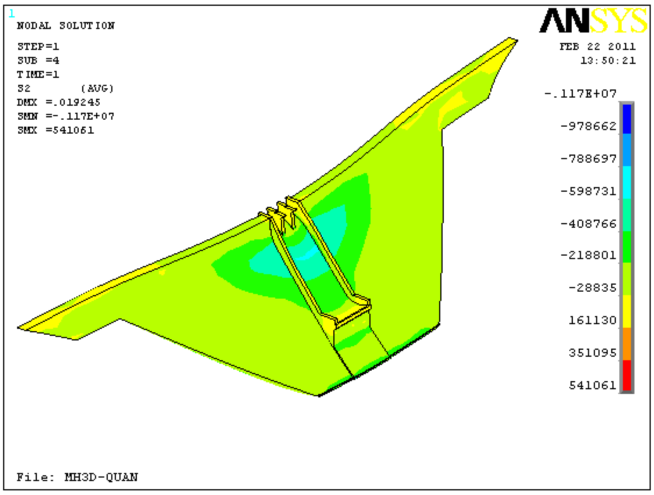
Hình 5.11: *Kết quả tính toán ứng suất S_y*



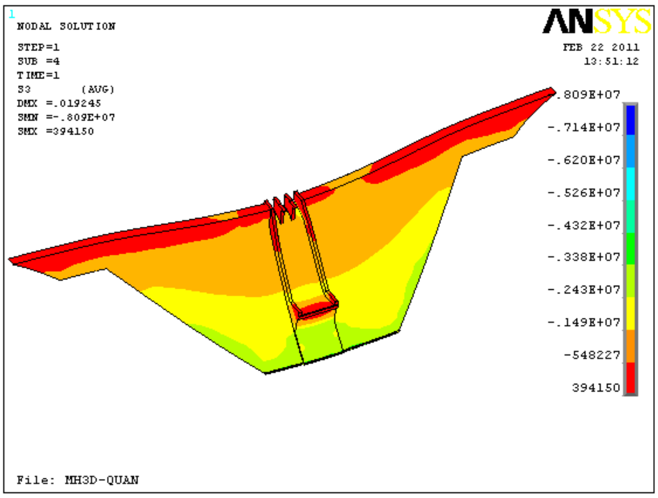
Hình 5.12: *Kết quả tính toán ứng suất S_z*



Hình 5.13: *Kết quả tính toán ứng suất chính S_1*



Hình 5.14: *Kết quả tính toán ứng suất chính S_2*



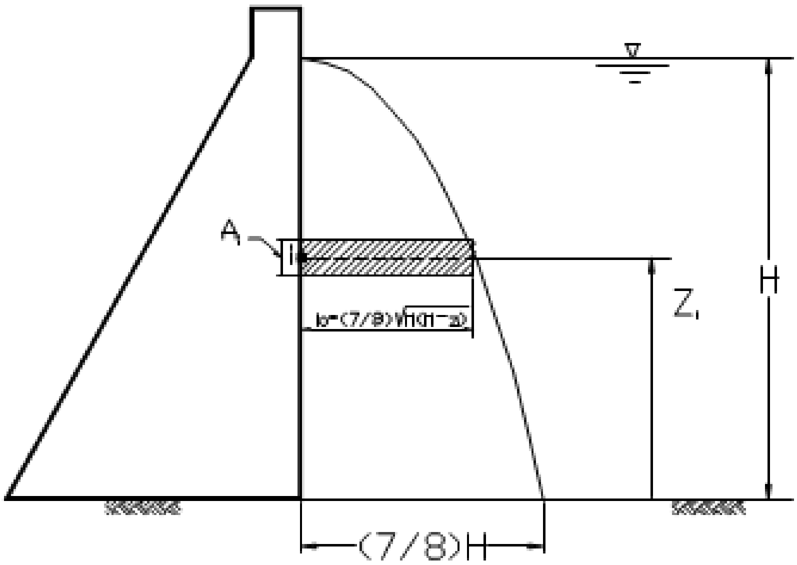
Hình 5.15: *Kết quả tính toán ứng suất chính S_3*

5.4. Tính toán ứng suất biến dạng đập khi xét đến tải trọng động đất

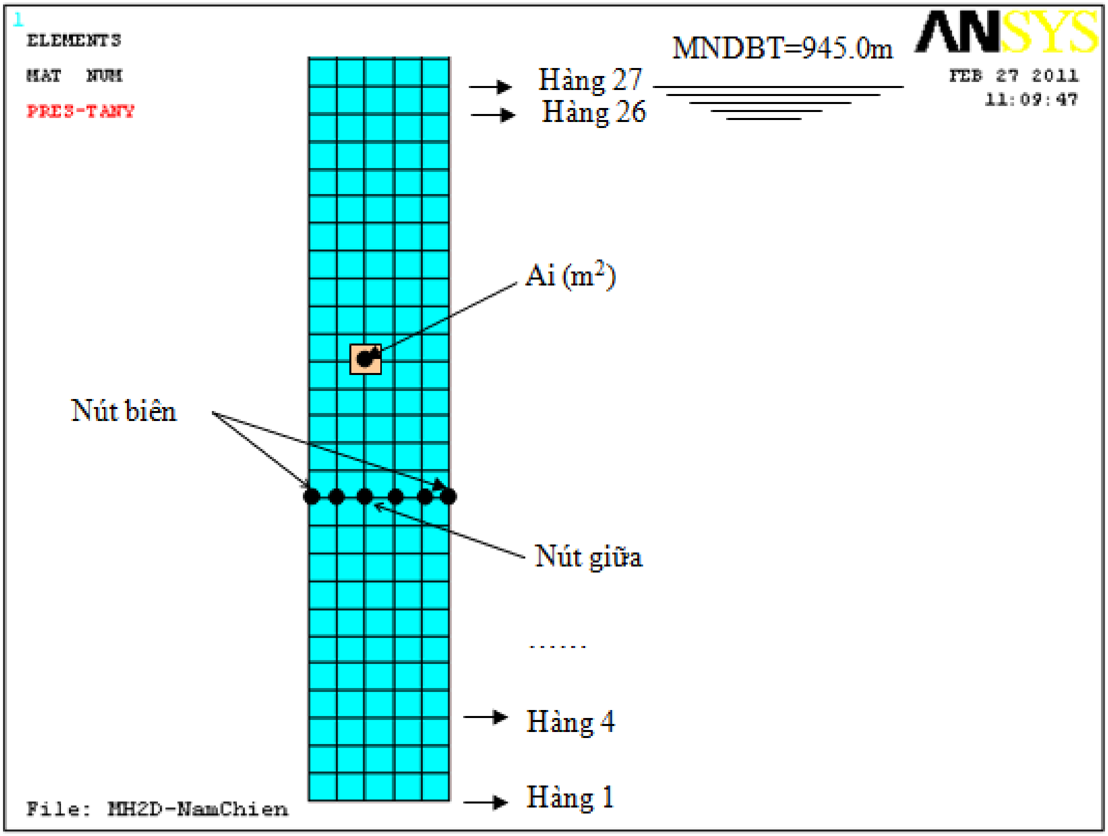
5.4.1. Áp lực nước động lên mặt thượng lưu đập khi có động đất

Theo Westergaard (1933) áp lực thuỷ động tác dụng lên mặt thượng lưu đập do động đất gây ra tương đương với các lực quán tính của một lượng nước tác dụng lên đập.

Vùng nước này theo Westergaard giới hạn bởi phương trình parabol như *hình 5.16*. Khi xét áp lực nước động lên đập, Westergaard đã đưa áp lực nước dồn lên các nút tương đương với khối lượng nước tại nút theo phương ngang để tính dao động khi có động đất xảy ra, trong phần mềm ANSYS khối lượng tại nút này được mô phỏng là một khối lượng Mass theo phương ngang, giá trị của nó tính theo công thức:



Hình 5.16: *Vùng áp lực nước tác dụng lên mặt đập*



Hình 5.17: *Chia lưới phần tử mặt thượng lưu đập*

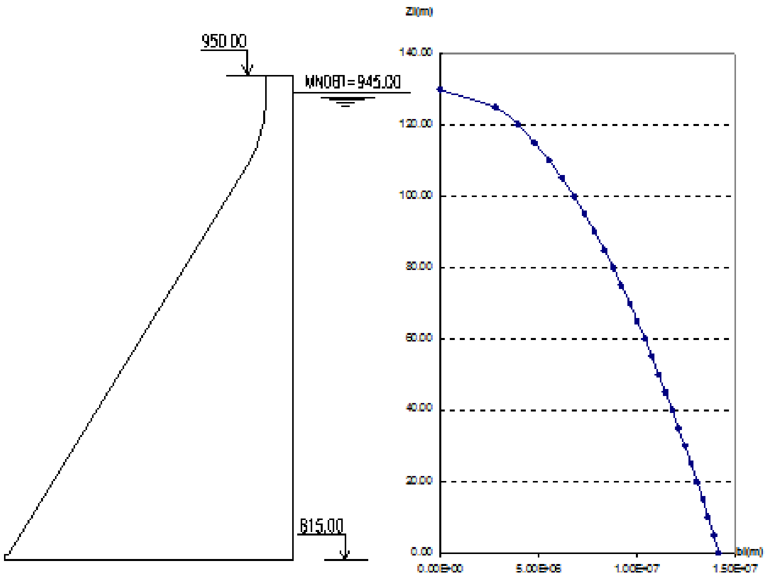
$$M_{ai} = \frac{7}{8}\gamma_n\sqrt{H(H-z_i)}A_i \quad (N) \tag{5.1}$$

Trong đó:

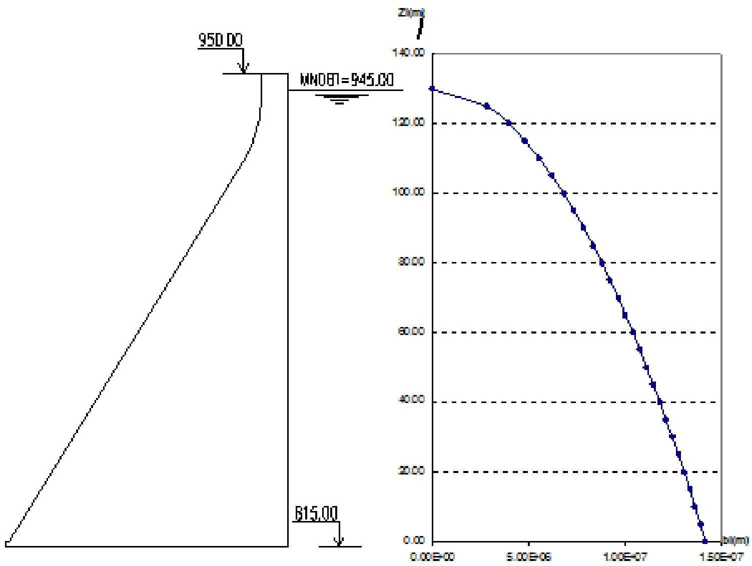
H: Chiều cao cột nước trước đập (m)

Z_i: Khoảng cách từ đáy đập tới nút đang xét khi dồn tải trọng (m)

A_i: Diện tích vùng ảnh hưởng của nút (m^2); γ_n: Dung trọng riêng của nước (N/m^3)



Hình 5.18: *Biểu đồ tải trọng Mass tại các nút biên*



Hình 5.19: *Biểu đồ tải trọng Mass tại các nút giữa*

Trường hợp với kết cấu công trình này tác giả đã tính được cụ thể áp lực nước động dồn về nút theo công thức (5.1).

Bảng 5.3. *Áp lực nước động dồn về nút dạng tải trọng Mass nằm ngang*

Chiều cao cột nước trước đập: H =130 (m);Dung trọng riêng nước: $\gamma_n = 10000$ (N/m3);

$$b_i = \frac{7}{8}\sqrt{H(H-z_i)} \quad (m)$$

STT	**Hàng**	**Z_i**	**b_i** (m)	**A_i** (m2)	**Ma_i** (N)

		(m)		Nút Biên	NútGiữa	Nút Biên	Nút Giữa
1	1	0	113.75	12.5	25	14218750.00	28437500.00
2	2	5	111.54	12.5	25	13942631.48	27885262.96
3	3	10	109.29	12.5	25	13660933.12	27321866.24
4	4	15	106.99	12.5	25	13373302.32	26746604.63
5	5	20	104.63	12.5	25	13079347.69	26158695.38
6	6	25	102.23	12.5	25	12778632.83	25557265.66
7	7	30	99.77	12.5	25	12470668.71	24941337.42
8	8	35	97.24	12.5	25	12154904.33	24309808.66
9	9	40	94.65	12.5	25	11830715.12	23661430.25
10	10	45	91.98	12.5	25	11497388.46	22994776.92
11	11	50	89.23	12.5	25	11154105.19	22308210.37
12	12	55	86.40	12.5	25	10799915.91	21599831.81
13	13	60	83.47	12.5	25	10433710.02	20867420.03
14	14	65	80.43	12.5	25	10054174.54	20108349.09
15	15	70	77.28	12.5	25	9659738.45	19319476.90
16	16	75	73.99	12.5	25	9248495.44	18496990.89
17	17	80	70.54	12.5	25	8818094.41	17636188.82
18	18	85	66.92	12.5	25	8365578.89	16731157.78
19	19	90	63.10	12.5	25	7887143.42	15774286.83
20	20	95	59.02	12.5	25	7377747.10	14755494.21
21	21	100	54.64	12.5	25	6830466.56	13660933.12
22	22	105	49.88	12.5	25	6235334.36	12470668.71
23	23	110	44.62	12.5	25	5577052.59	11154105.19
24	24	115	38.64	12.5	25	4829869.22	9659738.45
25	25	120	31.55	12.5	25	3943571.71	7887143.42
26	26	125	22.31	12.5	25	2788526.30	5577052.59
27	27	130	0.00	6.25	12.5	0.00	0.00

5.4.2. Tính toán giá trị phổ phản ứng

Như đã trình bày để tính toán ứng suất chuyển vị của đập khi xét đến tải trọng động đất trước hết phải tính toán phân tích giá trị phổ phản ứng.

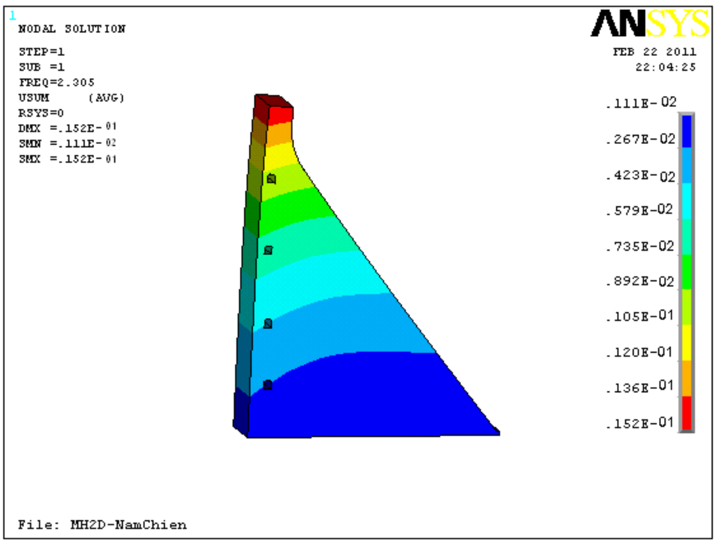
Tải trọng động đất lấy theo tài liệu động đất đã nghiên cứu cho công trình khu vực nằm trong động đất cấp 8, giá trị β_{max} = 2.0, giá trị T_g lấy bằng 0.2g, giá trị chu kỳ đặc trưng T_0 = 0.2s.

Bảng 5.4. *Tính toán giá trị phổ phản ứng với 10 dạng dao động*

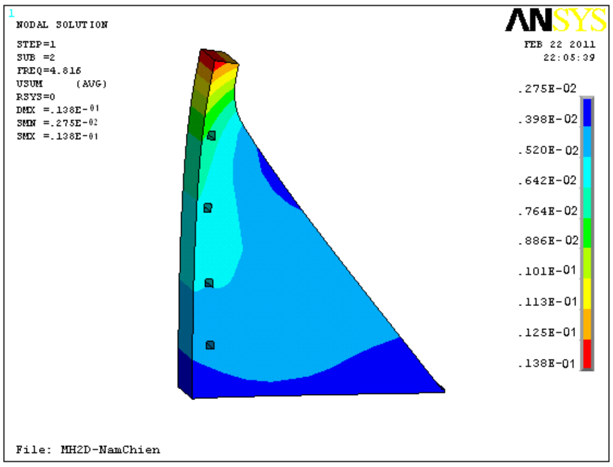
Mode dao động	**Tần số dao động f** (1/s)	**Chu kỳ dao động T**	**Giá trị phổ phản ứng β**
1	2.305	0.434	0.996
2	4.816	0.208	1.934
3	5.138	0.195	2.000
4	8.381	0.119	2.000
5	13.255	0.075	1.754
6	14.087	0.071	1.710
7	18.990	0.053	1.527
8	20.391	0.049	1.490
9	22.807	0.044	1.438
10	24.652	0.041	1.406

5.4.3. Kết quả tính toán

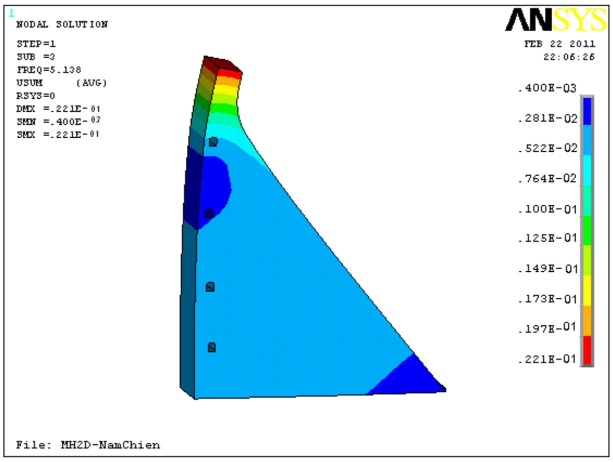
5.4.3.1. Kết quả tính toán dao động của đập



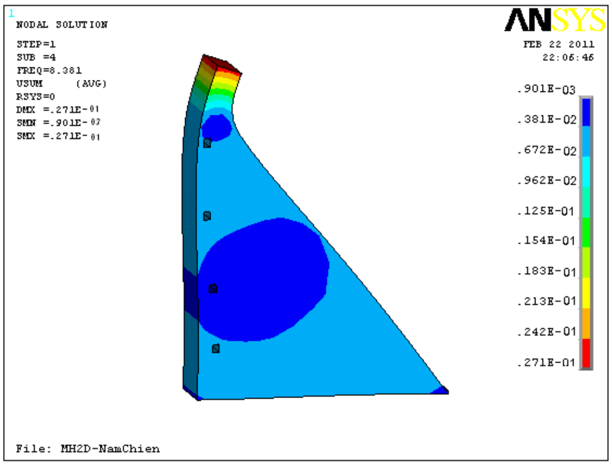
Hình 5.20: *Chuyển vị đập bước thứ 1*



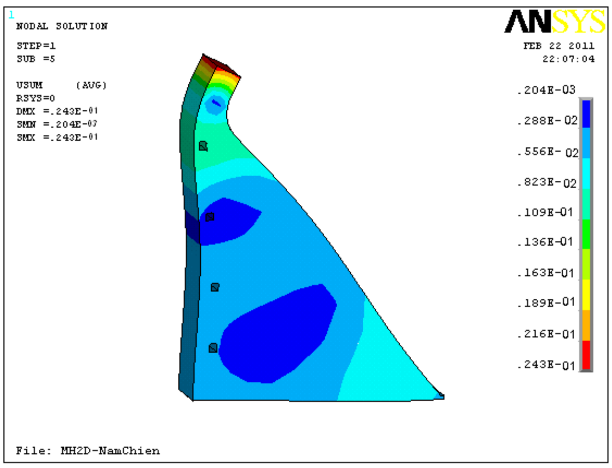
Hình 5.21: *Chuyển vị đập bước thứ 2*



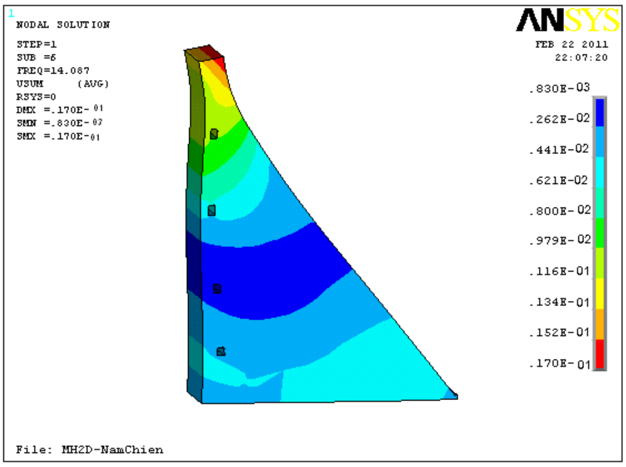
Hình 5.22: *Chuyển vị đập bước thứ 3*



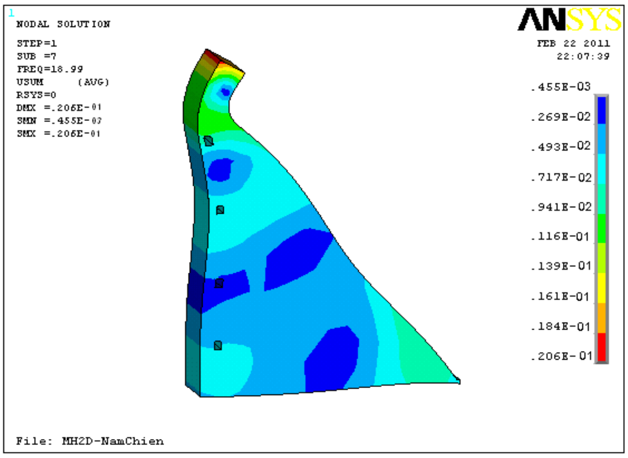
Hình 5.23: *Chuyển vị đập bước thứ 4*



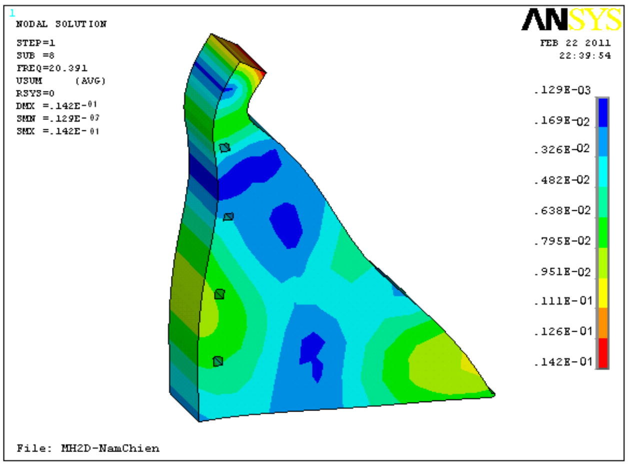
Hình 5.24: *Chuyển vị đập bước thứ 5*



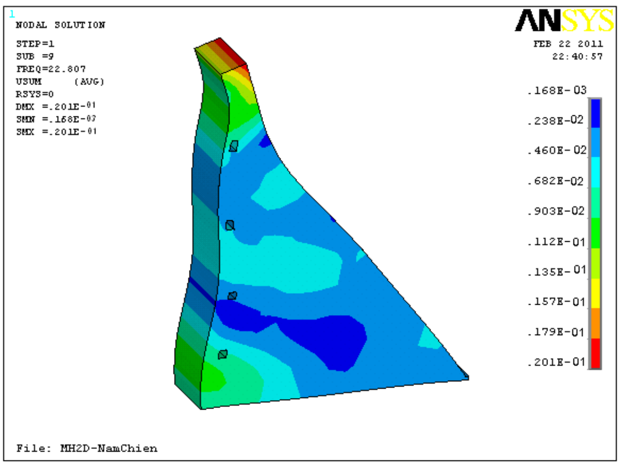
Hình 5.25: *Chuyển vị đập bước thứ 6*



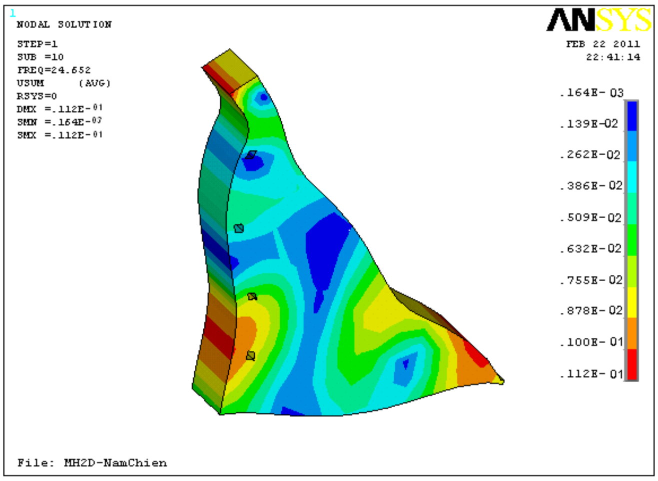
Hình 5.26: *Chuyển vị đập bước thứ 7*



Hình 5.27: *Chuyển vị đập bước thứ 8*



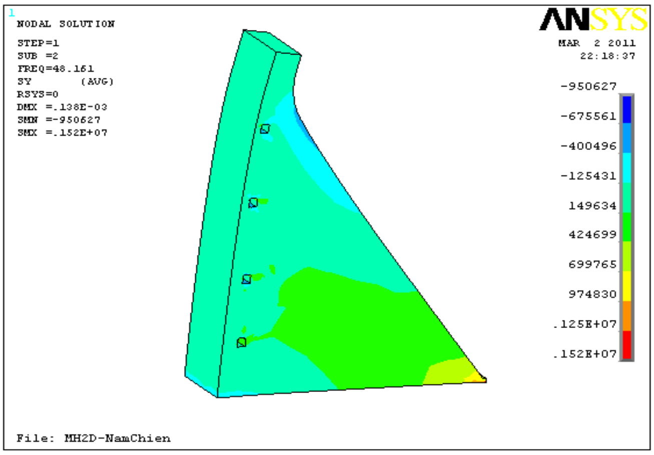
Hình 5.28: *Chuyển vị đập bước thứ 9*



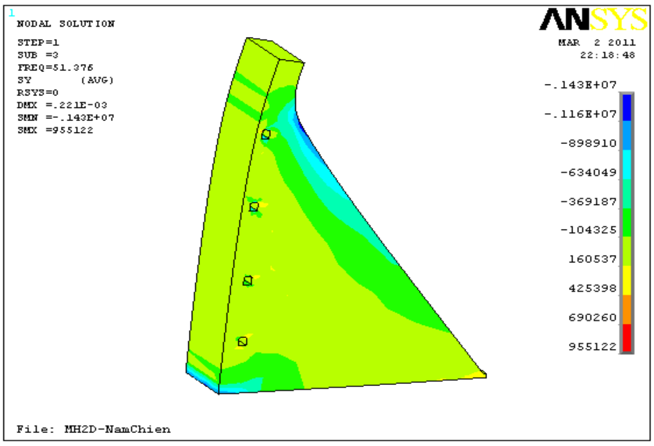
Hình 5.29: *Chuyển vị đập bước thứ 10*

5.4.3.2. Kết quả tính toán ứng suất đập theo từng bước dao động:

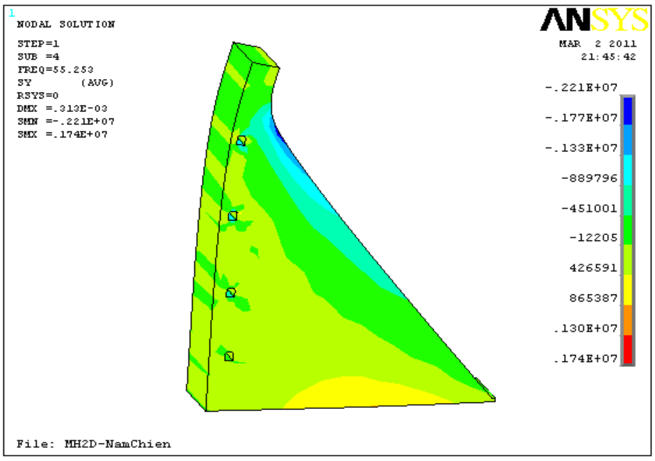
Hình 5.30: ***Ứng suất S_y bước thứ 1***



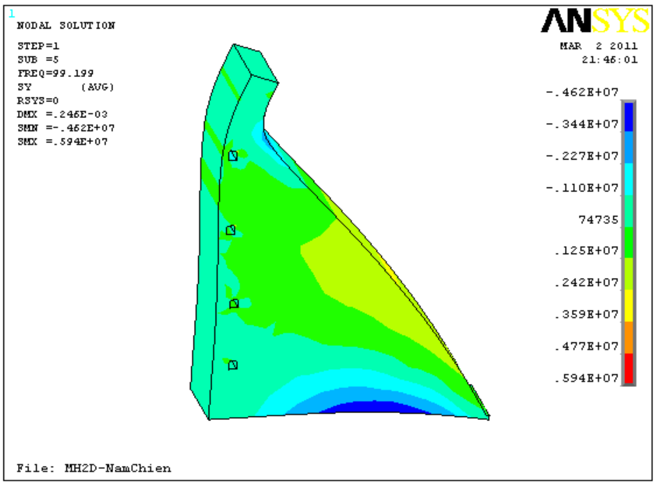
Hình 5.31: *Ứng suất S_y bước thứ 2*



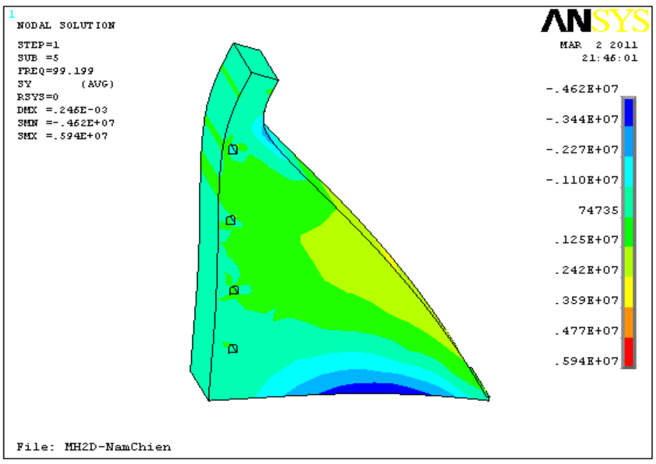
Hình 5.32: *Ứng suất S_y bước thứ 3*



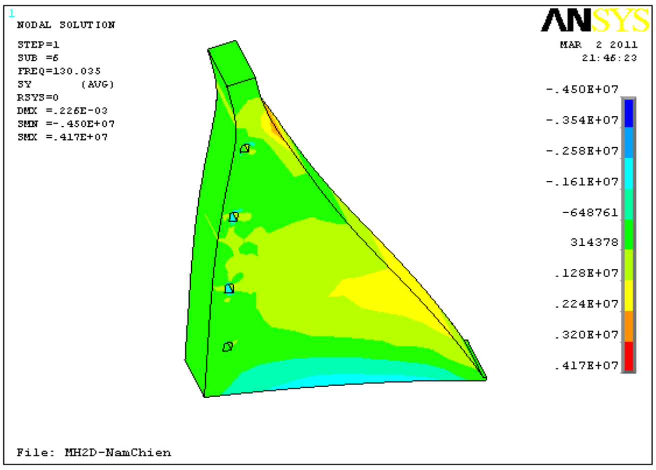
Hình 5.33: *Ứng suất S_y bước thứ 4*



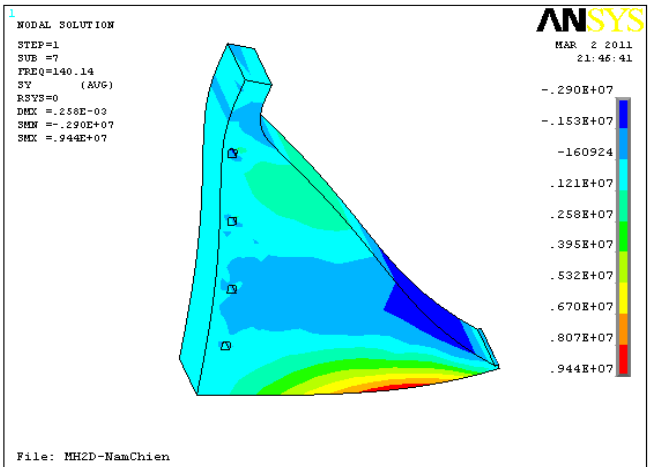
Hình 5.34: *Ứng suất S_y bước thứ 5*



Hình 5.34: *Ứng suất S_y bước thứ 5*

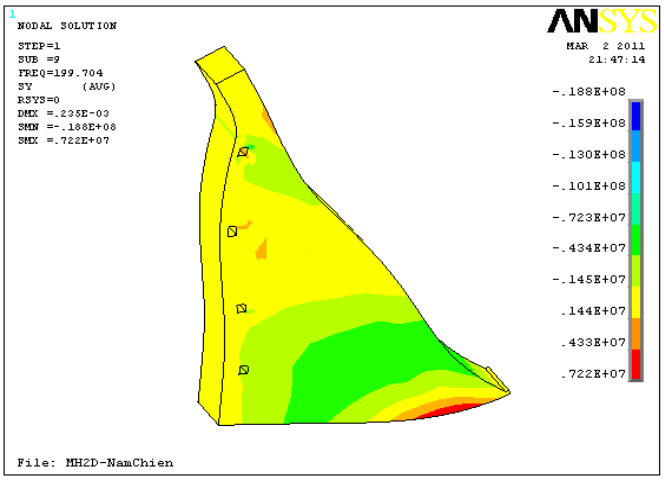


Hình 5.35: *Ứng suất S_y bước thứ 6*

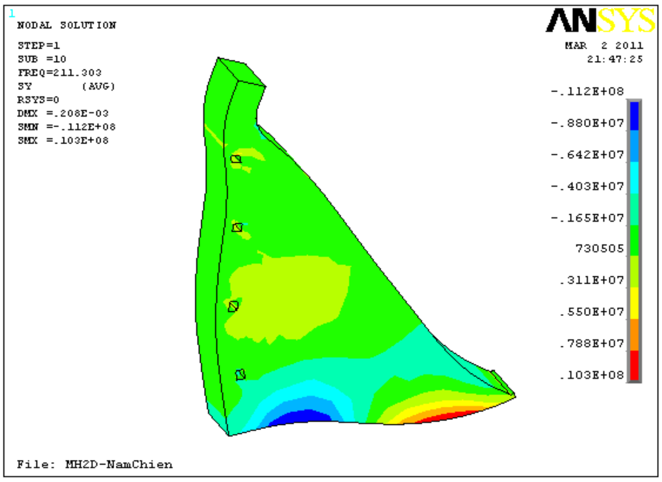


Hình 5.36: *Ứng suất S_y bước thứ 7*

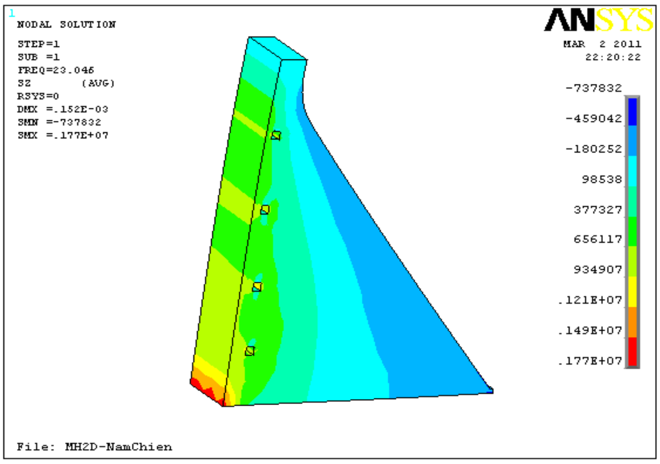
Hình 5.37: *Ứng suất S_y bước thứ 8*



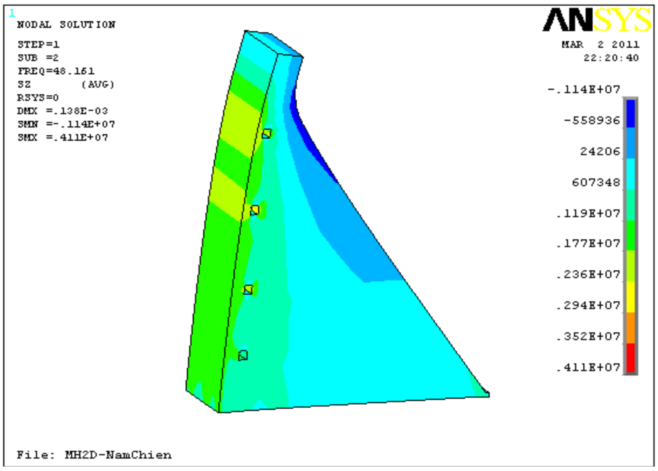
Hình 5.38: *Ứng suất S_y bước thứ 9*



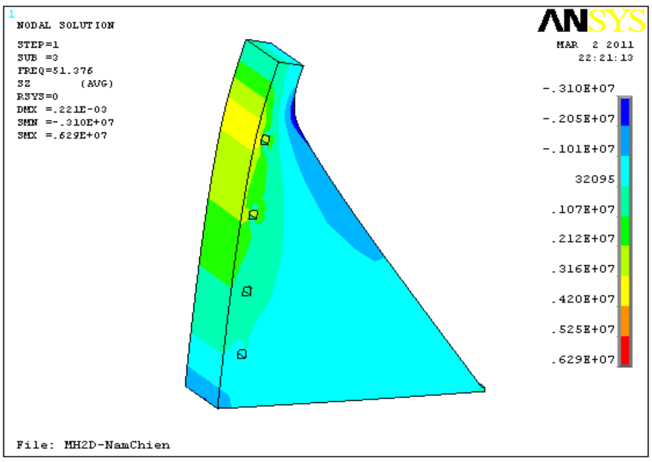
Hình 5.39: *Ứng suất* S_y *bước thứ 10*



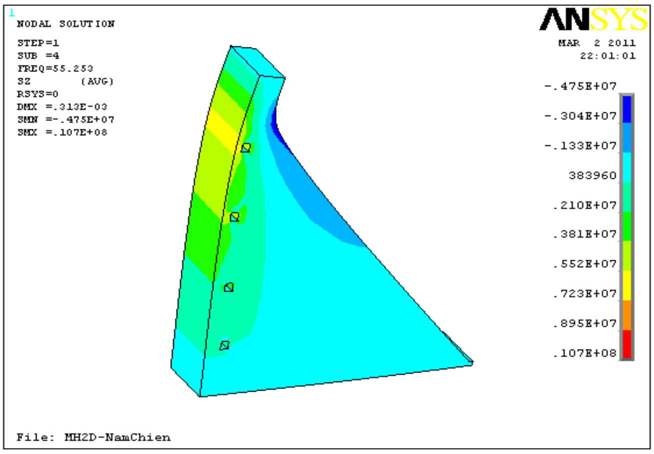
Hình 5.40: *Ứng suất* S_z *bước thứ 1*



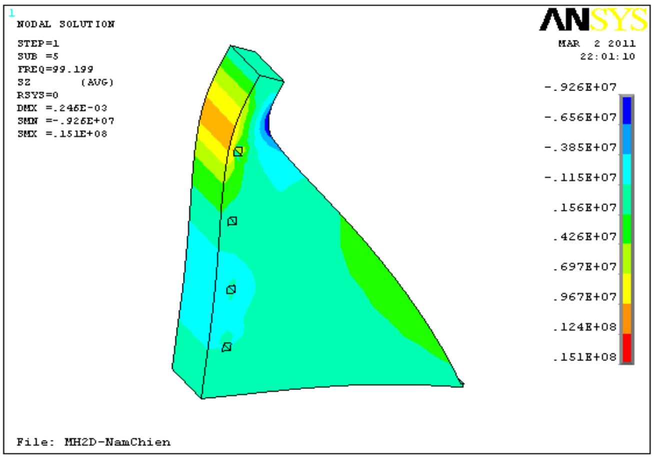
Hình 5.41: *Ứng suất* S_z *bước thứ 2*



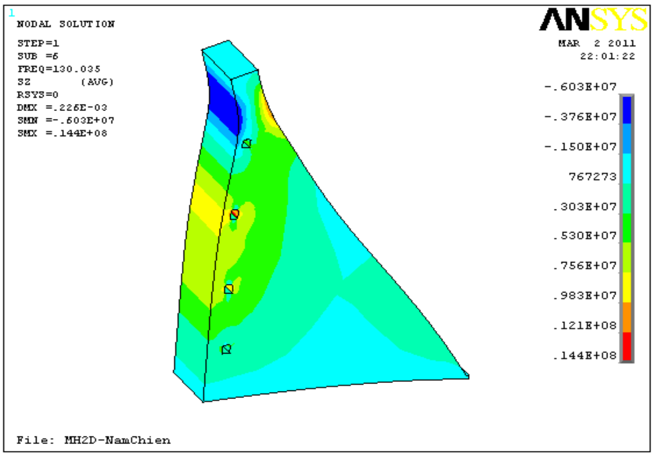
Hình 5.42: *Ứng suất* S_z *bước thứ 3*



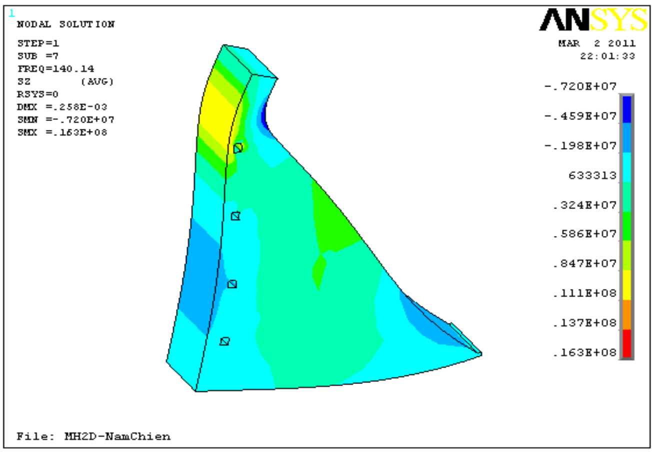
Hình 5.43: *Ứng suất* S_z *bước thứ 4*



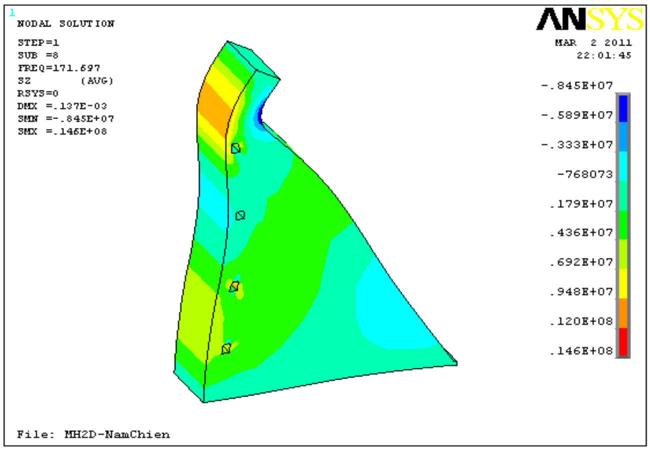
Hình 5.44: *Ứng suất* S_z *bước thứ 5*



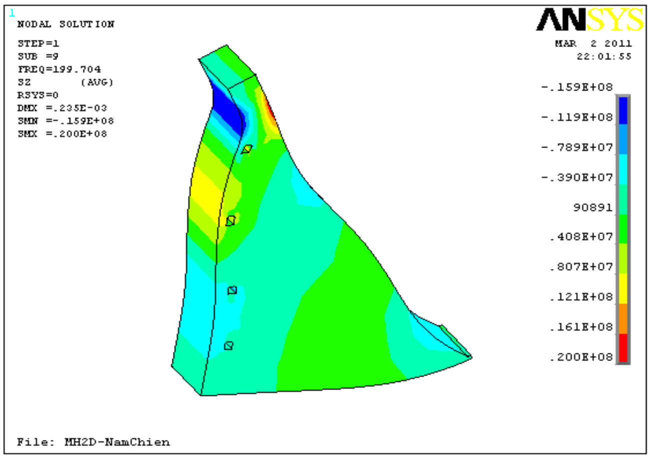
Hình 5.45: *Ứng suất* S_z *bước thứ 6*



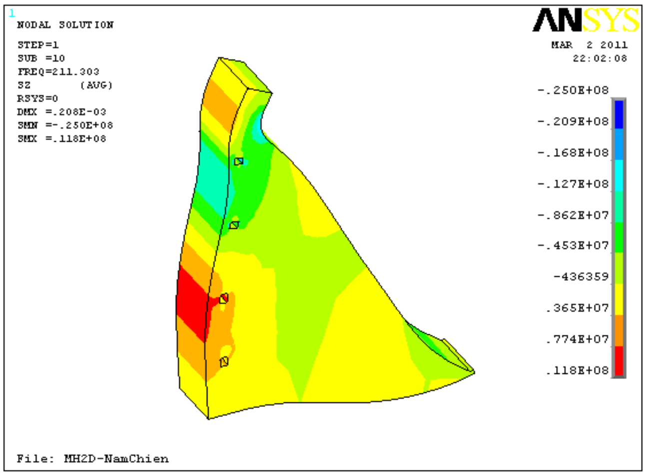
Hình 5.46: *Ứng suất* S_z *bước thứ 7*



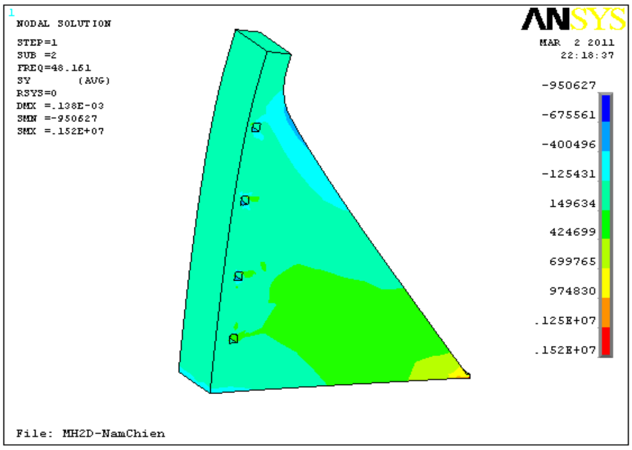
Hình 5.47: *Ứng suất S_z bước thứ 8*



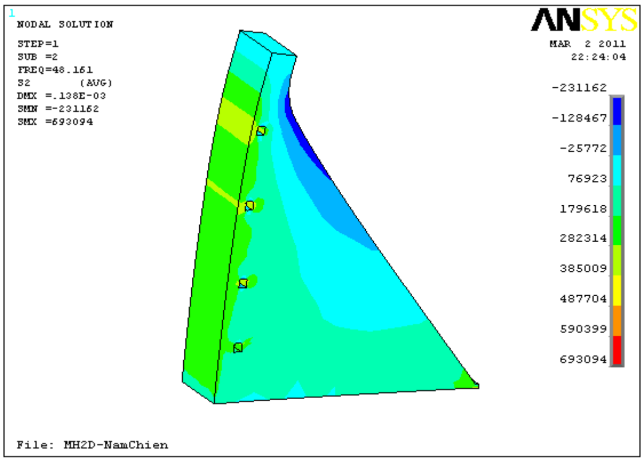
Hình 5.48: *Ứng suất S_z bước thứ 9*



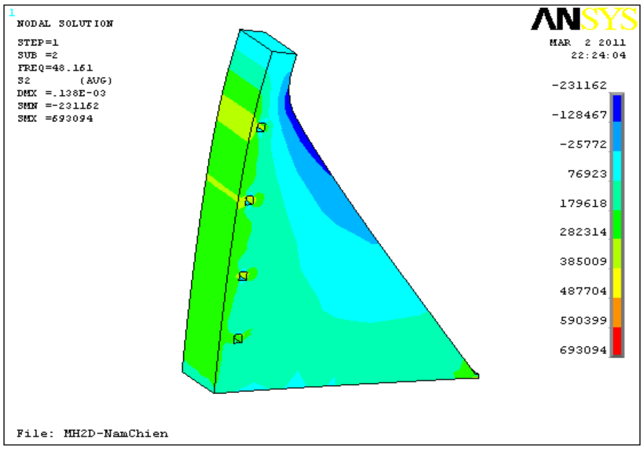
Hình 5.49: *Ứng suất S_z bước thứ 10*



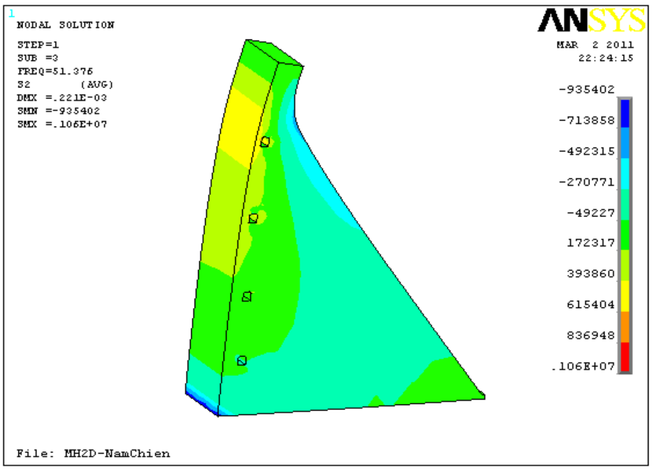
Hình 5.50: *Ứng suất S_2 bước thứ 1*



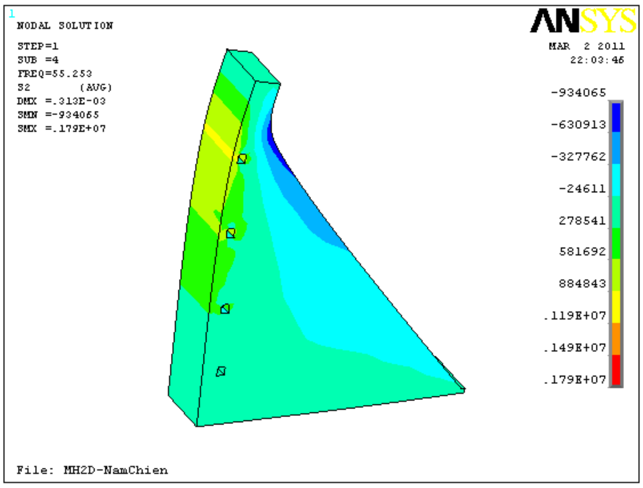
Hình 5.51: *Ứng suất S_2 bước thứ 2*



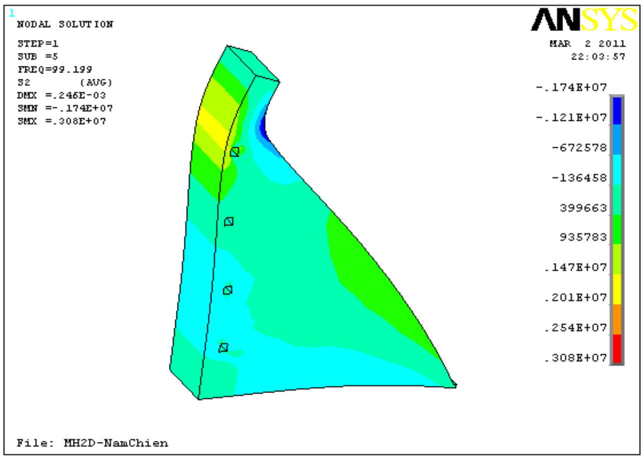
Hình 5.51: *Ứng suất S_2 bước thứ 2*



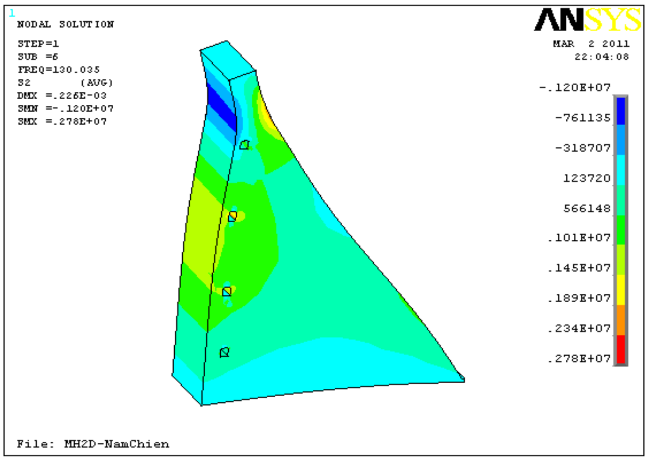
Hình 5.52: *Ứng suất S_2 bước thứ 3*



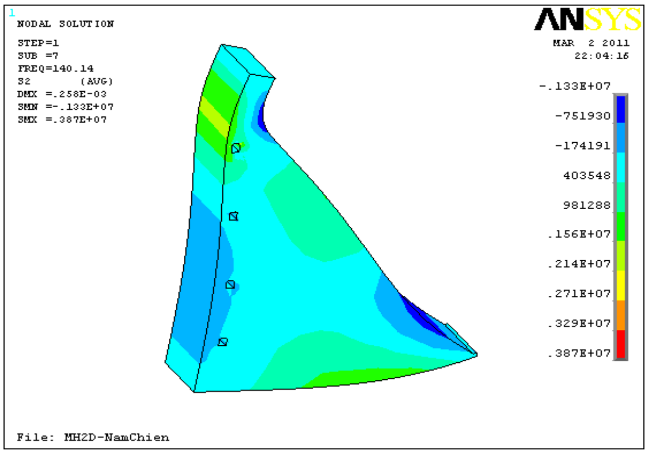
Hình 5.53: *Ứng suất S_2 bước thứ 4*



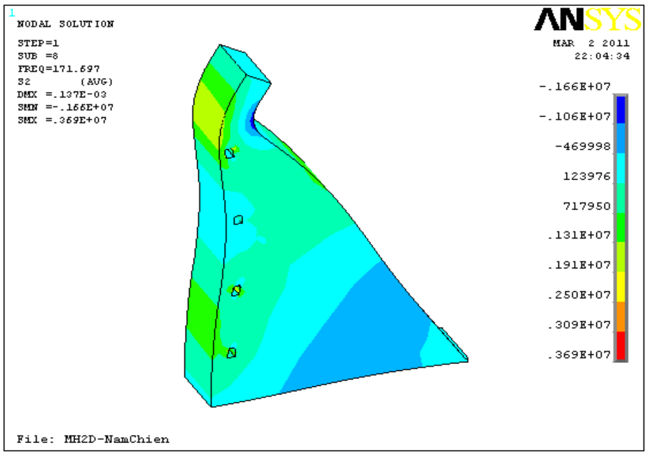
Hình 5.54: *Ứng suất S_2 bước thứ 5*



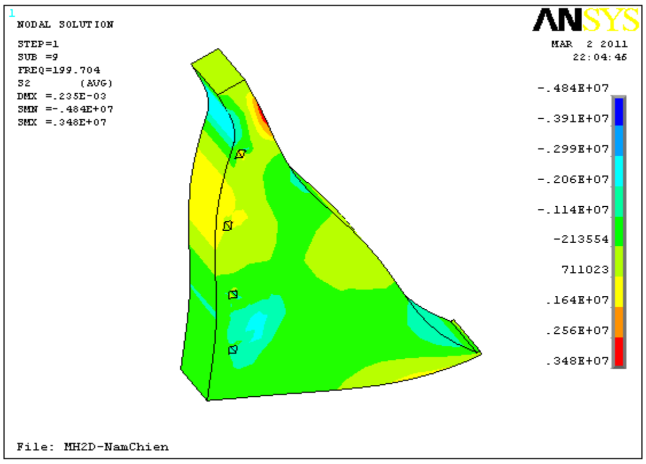
Hình 5.55: *Ứng suất S_2 bước thứ 6*



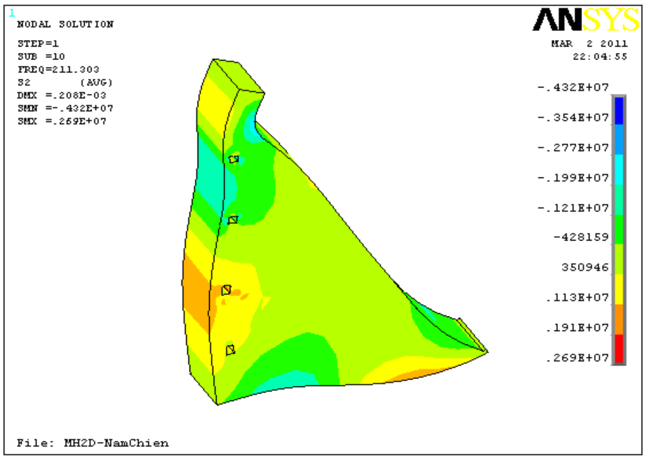
Hình 5.56: *Ứng suất S_2 bước thứ 7*



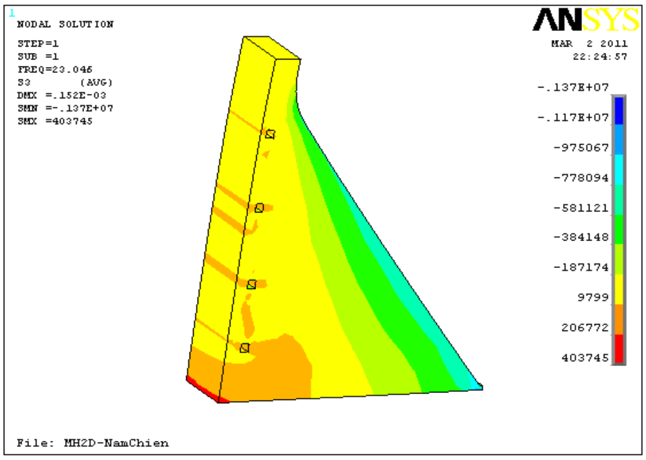
Hình 5.57: *Ứng suất S_2 bước thứ 8*



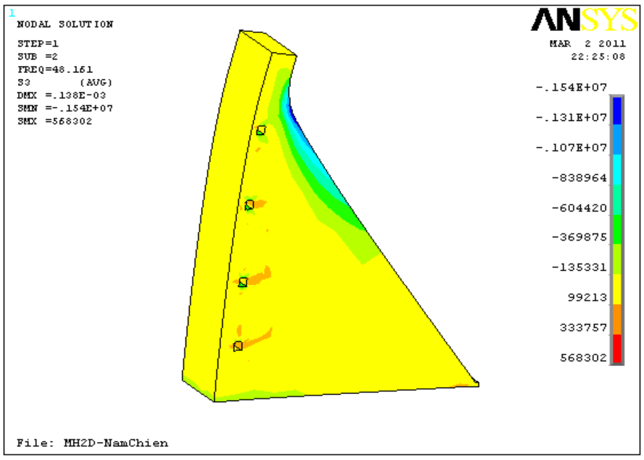
Hình 5.58: *Ứng suất S_2 bước thứ 9*



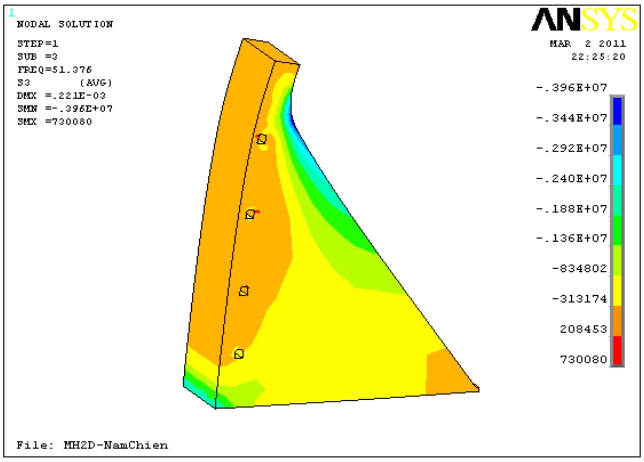
Hình 5.59: *Ứng suất S_2 bước thứ 10*



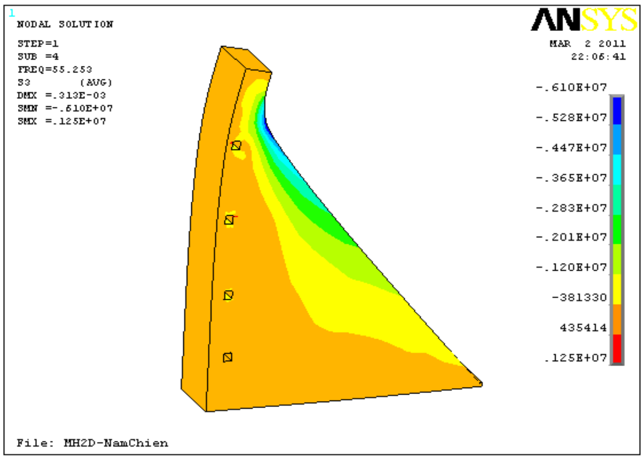
Hình 5.60: *Ứng suất S_3 bước thứ 1*



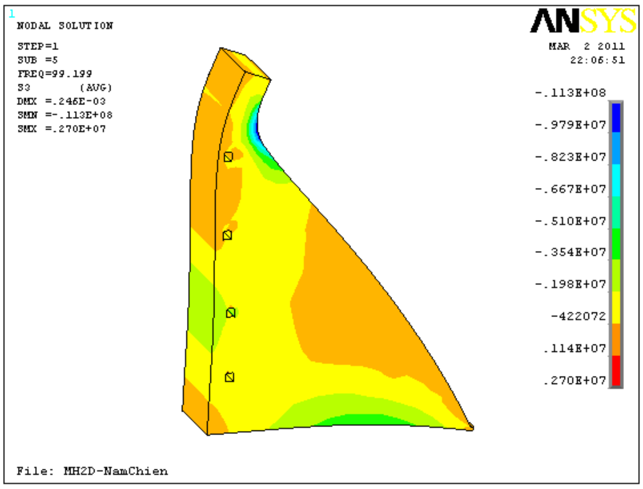
Hình 5.61: *Ứng suất S_3 bước thứ 2*



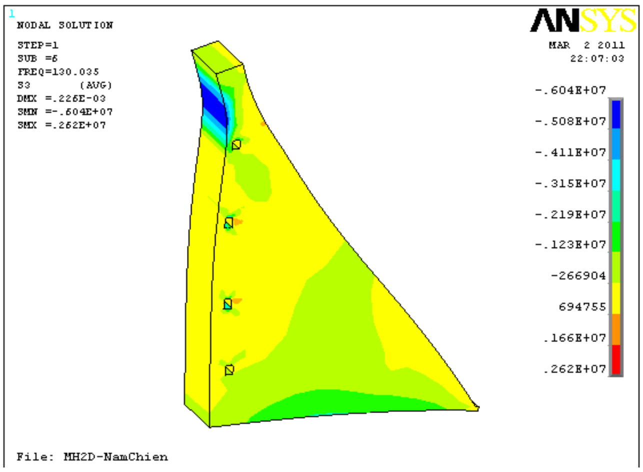
Hình 5.62: *Ứng suất S_3 bước thứ 3*



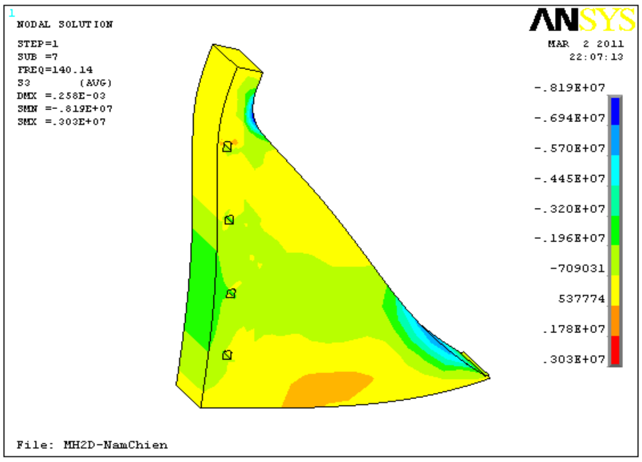
Hình 5.63: *Ứng suất S_3 bước thứ 4*



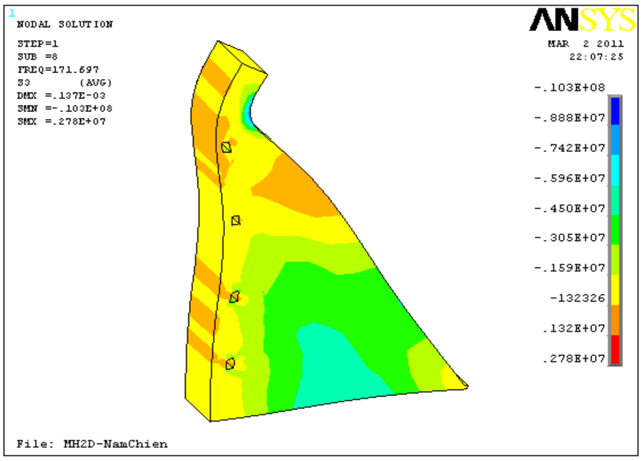
Hình 5.64: *Ứng suất S_3 bước thứ 5*



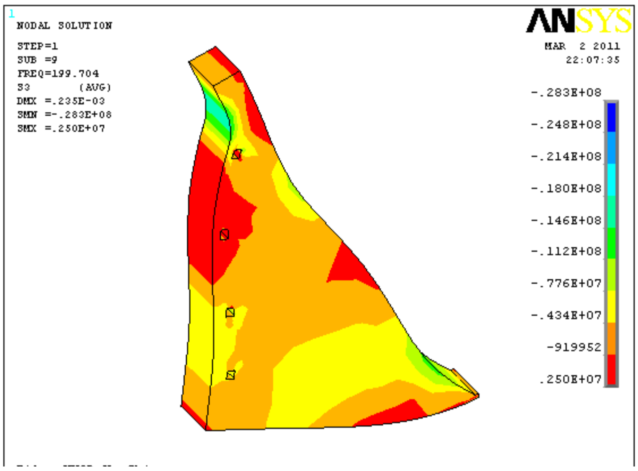
Hình 5.65: *Ứng suất S_3 bước thứ 6*



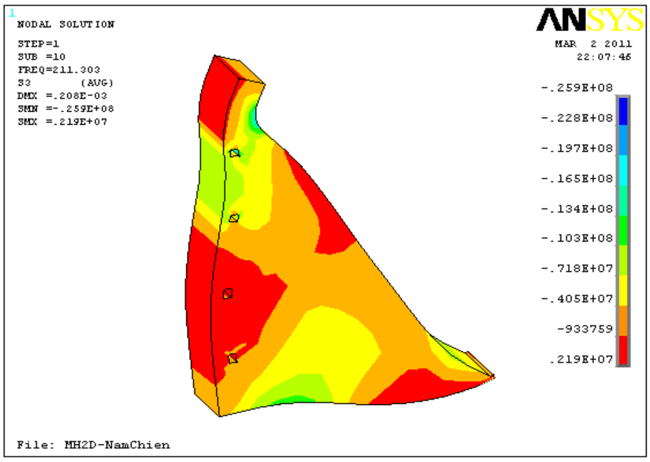
Hình 5.66: *Ứng suất S_3 bước thứ 7*



Hình 5.67: *Ứng suất S_3 bước thứ 8*



Hình 5.68: *Ứng suất S_3 bước thứ 9*



Hình 5.69: *Ứng suất S_3 bước thứ 10*

5.4.4. Tổng hợp kết quả tính toán

5.4.4.1. Kết quả tính toán chuyển vị

Bảng 5.5. *Kết quả tính toán chuyển vị*

Bài toán	Chuyển vị lớn nhất của đập (m)	Vị trí
Không xét tới động đất	0.0192	Đỉnh đập
Có xét tới động đất	0.0271 (bước thứ 4)	Đỉnh đập

5.4.4.2. Kết quả tính toán ứng suất

Bảng 5.6. *Kết quả tính toán ứng suất*

Bài toán	**Ứng suất đập tại vị trí** (MPa)							
	Chân đập thượng lưu				**Chân đập hạ lưu**			
	S_y	S_z	S_2	S_3	S_y	S_z	S_2	S_3
Không xét tới động đất	1.29	0.77	0.56	0.50	-3.48	-3.14	-2.08	-6.09
Có xét tới động đất	1.51	1.77	0.65	2.50	3.11	3.03	1.01	1.14
Bước dao động thứ	08	01	01	09	10	06	06	05

6. Kết luận :

Qua nghiên cứu tác giả đưa ra một số nhận xét và kết luận sau:

1. Ảnh hưởng của động đất đối với công trình thủy điện rất nguy hiểm, khi đập bị phá hoại mức độ thiệt hại về người và của là rất lớn. Vì vậy việc nghiên cứu ảnh hưởng của động đất đối với công trình thủy điện đảm bảo an toàn trong suốt quá trình vận hành là cần thiết.

2. Tác giả đã lựa chọn phương pháp tính toán tải trọng động đất theo đường cong phổ phản ứng thiết kế là phương pháp được áp dụng rộng rãi hiện này và cho kết quả khá chính xác.

3. Khi tính toán ứng suất biến dạng của đập có xét đến tải trọng động đất, chuyển vị, ứng suất của đập tăng lên khá lớn, cần phân tích chuyển vị ứng suất của đập qua các giai đoạn để có giải pháp kết cấu và xử lý phù hợp nhằm đảm bảo an toàn đập

4. Trong tính toán ứng suất đập bê tông có xét đến tải trọng động đất, tác giả chỉ tính toán cho một đoạn đập mà chưa có điều kiện thực hiện cho toàn bộ mô hình đập do việc tính toán phân tích động đất đòi hỏi bộ nhớ máy tính và cấu hình cực mạnh mới đủ khả năng và thời gian tính toán, với hệ thống máy tính hiện nay được trang bị trong công tác thiết kế ở Việt Nam thực tế là chưa đáp ứng được để tính với mô hình toàn bộ đập khi xét tới động đất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Thủy Lợi, Vụ kỹ thuật (1982), *Sổ tay kỹ thuật Thủy lợi*, NXB Nông nghiệp.

2. Bộ Xây dựng (1995), *Tải trọng tác động lên công trình TCVN 2737-1995,* NXB Xây dựng, Hà Nội.

3. Bộ Xây Dựng (2002), *Công trình Thủy lợi - Các qui định chủ yếu về thiết kế TCXDVN 285-2002*, NXB Xây dựng, Hà Nội.

4. Hướng dẫn sử dụng phần mềm ANSYS

5. Phạm Ngọc Khánh, Trịnh Đình Châm (2002), *Lý thuyết đàn hồi,* NXB Xây dựng, Hà Nội.

6. Phạm Ngọc Khánh, Nguyễn Công Thắng (2007), *Phương pháp số*, NXB Khoa học tự nhiên và công nghệ, Hà Nội.

7. Phạm Gia Lộc (1985), *Cơ sở của động đất và tính toán công trình chịu tải trọng động đất*, NXB Xây Dựng, Hà Nội.

8. Nguyễn Văn Mạo (2008)*, Đập bê tông trọng lực - Bài giảng cao học,* ĐHTL.

9. Ứng dụng phần mềm ANSYS 11.0 trong phân tích tính năng kháng chấn đập bê tông

10. Viện vật lý Địa Cầu (2000), *Bản đồ phân vùng động đất ở Việt Nam.*

11. Ngô Trí Viềng, Nguyễn Chiến, Nguyễn Văn Mạo, Nguyễn Văn Hạnh, Nguyễn Cảnh Thái (2005), *Giáo trình thủy công - tập 1*, ĐHTL.

12. Bùi Đức Vinh (2006), *Phân tích và thiết kế kết cấu bằng phần mềm SAP2000*, NXB Thống kê.

13. EM 1110-2-6050 (1999), *Response Spectra and Seismic Analysis for Concrete Hydraulic Structures.*

14. ER-1110-2-1806 (1999), *Earthquake design and evaluation for civil work projects*.

15. Kennet D. Hansen, William G. Reinhardt (1991), *Roller - Compacted Concrete Dams*.