
**ỨNG DỤNG PHẦN MỀM SAP2000 v9 TRONG TÍNH TOÁN
TẢI TRỌNG SÓNG TÁC ĐỘNG LÊN KẾT CẤU CÔNG TRÌNH THỦY
THE APPLICATION OF STRUCTURAL ANALYSIS PROGRAM FOR
CALCULATING OF WAVE LOAD EFFECT ON STRUCTURAL OF WATERWAY
CONSTRUCTION**

KS. PHẠM DUY HOÀNG
Khoa Công trình thủy, Trường ĐHHH

Tóm tắt:

SAP 2000 v9 là một phần mềm phân tích và tính toán thiết kế kết cấu được sản xuất bởi tập đoàn Computers and Structures, Inc. Từ quá trình mô hình kết cấu, phân tích, tính toán và thiết kế đến khâu đánh giá ổn định động lực học kết cấu đều được lập trình một cách đầy đủ và có hệ thống dành cho các dạng kết cấu tổng quát như các dạng kết cấu cầu, các dạng kết cấu tháp chứa, các dạng kết cấu ngoài khơi (chịu tải trọng sóng), các dạng khung nhà cao tầng tổng quát, mô hình đất đá tổng quát và các dạng kết cấu khác.

Abstract:

SAP2000 v9 is one of the software packages from Computers and Structures, Inc for Structural analysis and design. It's a fully integrated system for modeling, analyzing, designing, and optimizing structures for general structures, including bridges, towers, offshore structures (under offshore/wave load), buildings, soils and many others.

1. Đặt vấn đề

Hiện nay việc xây dựng và khai thác các công trình ngoài khơi đang có xu hướng ngày càng phát triển. Đã có rất nhiều các phần mềm tính toán tải trọng sóng chuyên dụng để tính toán cho các kết cấu chủ yếu chịu tải trọng sóng. Tuy nhiên tùy thuộc vào mức độ chịu tác động, quy mô cấp công trình và tầm quan trọng ta vẫn có thể áp dụng phần mềm SAP 2000 v9 để tự động tính toán tải trọng sóng tác động lên kết cấu công trình thủy như công trình bển dạng thùng chìm, công trình bển trọng lực, công trình bển bệ cọc cao... với kết quả tính toán tin cậy.

2. Lý thuyết tính toán

Khác biệt với các chương trình tính sóng khác, một số yếu tố của tải trọng sóng (wave load) và gió (wave wind load) được tính toán theo cách tính thực hành trong API Recommended Practice (American Petroleum Institute 2000).

a) Chu kỳ sóng biểu kiến (Apparent Wave Period): chu kỳ sóng tính đến sự tác động của dòng chảy kí hiệu T_{app} được xác định theo các công thức trong điều C2.3 [1]

$$\frac{\lambda}{T} = \frac{\lambda}{T_{app}} + V_1$$
$$T_{app}^2 = \frac{2\pi d}{g \tan\left(\frac{2\pi d}{\lambda}\right)} \quad (1)$$
$$V_1 = \frac{4\pi}{\sinh\left(\frac{4\pi}{\lambda}\right)^{-d}} \int_0^0 U_c(z) \cosh\left(\frac{4\pi(z+d)}{\lambda}\right) dz$$

Trong đó:

- λ : Bước sóng
- T : Chu kỳ sóng
- T_{app} : Chu kỳ sóng biểu kiến
- V_1 : Vận tốc dòng chảy theo hướng sóng

- g: gia tốc trọng trường
- z: cao độ đã được chuyển đến trên mực nước bão
- $U_c(z)$: Thành phần hình chiếu của vận tốc dòng chảy theo hướng sóng lên trục z
- d: độ sâu mực nước bão.

b) Sự phân bố vận tốc dòng chảy theo chiều sâu:

+) Tuyến tính (Linear Current Stretching)

$$(z' + d) = (z + d) \frac{d}{\eta + d} \quad (2)$$

Trong đó:

- z: cao độ của các phần tử nước đã được chuyển đến trên mực nước bão
- z': cao độ tính toán
- η : Chiều cao sóng
- d: độ sâu mực nước bão.

+) Phi tuyến (Nonlinear Current Stretching):

$$z = z' + \eta \frac{\sinh\left(\frac{2\pi(z'+d)}{\lambda_n}\right)}{\sinh\left(\frac{2\pi d}{\lambda_n}\right)} \quad (3)$$

Trong đó:

- z: cao độ của các phần tử nước đã được chuyển đến trên mực nước bão
- z': cao độ tính toán
- η : Chiều cao sóng
- d: độ sâu mực nước bão.
- λ_n : bước sóng

c) Phương trình Morison: tính toán lực tác động thẳng góc của sóng lên vật cản

$$F = F_D + F_1 = C_D \frac{w}{2g} AU|U| + C_M \frac{w}{g} V \frac{dU}{dt} \quad (4)$$

Trong đó:

- F: Áp lực nước trên 1 đơn vị dài
- F_D : Lực kéo trên 1 đơn vị dài
- F_1 : Lực quán tính trên 1 đơn vị chiều dài
- C_D, C_M : hệ số
- w: Trọng lượng riêng của nước
- g: gia tốc trọng trường
- A: Hình chiếu diện tích lên trục kết cấu trên 1 đơn vị dài.
- V: Thể tích chiếm chỗ trên 1 đơn vị dài
- U: tốc độ của phần tử nước

d) Tải trọng gió (Wind loads)

+) Tốc độ gió tính toán

$$u(z, t) = U(z) \left(1 - 0,41 I_u(z) \ln\left(\frac{t}{t_0}\right)\right) \quad (5)$$

$$U(z) = U_0 \left(1 + C \ln\left(\frac{z}{32.8}\right)\right) \quad (6)$$

$$C = 0,0573 \sqrt{1 + 0,0457U_0}$$

$$I_u(z) = 0.06(1 + 0,0131U_0) \left(\frac{z}{32.8}\right)^{-0.22} \quad (7)$$

Trong đó:

- U(z): tốc độ gió có nghĩa tại độ cao z trong 1 giờ (ft/sec)
- I_u(z): cường độ chuyển động của không khí tại độ cao z

e) Áp lực gió:

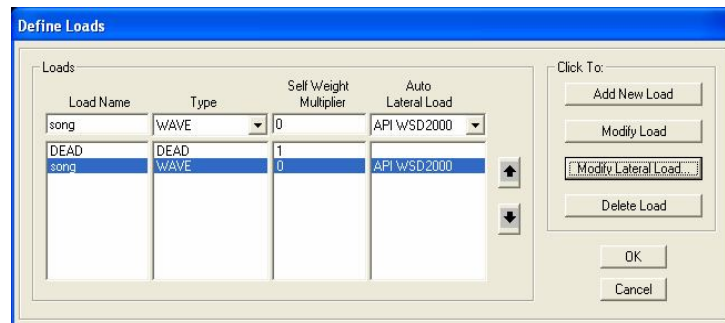
$$F = \left(\frac{\rho}{2}\right) u^2 C_s A$$

Trong đó:

- F: áp lực gió
- ρ: mật độ khí quyển (slugs/ft³)
- u: tốc độ gió (ft/sec)
- C_s: hệ số hình dạng
- A: diện tích vệt cản

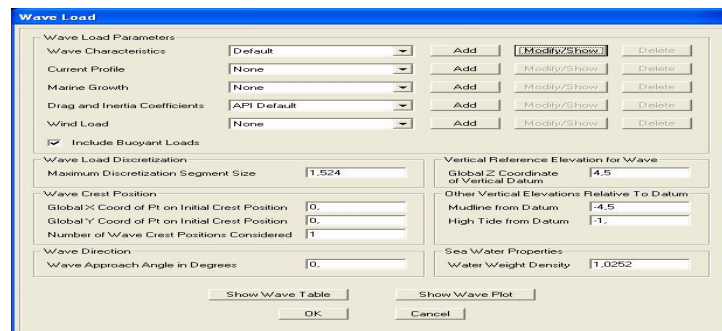
3. Các thao tác khai báo cơ bản

- Khai báo trường hợp tải trọng



Hình 1. Bảng khai báo trường hợp tải trọng sóng

- Khai báo các thông số chủ yếu, đặc trưng của sóng, gió:



Hình 2. Thông số tổng quát tải trọng sóng

Wave Characteristics

Edit

Wave Characteristic Name: Default

Wave Factors

Wave Kinematics Factor: 1

Storm Water Depth: 45

Wave Type

From Selected Wave Theory

User Defined

Wave Data

Wave Height: 18

Wave Period: 12

Wave Theory

Airy Wave Theory (Linear)

Stokes Wave Theory

Cnoidal Wave Theory

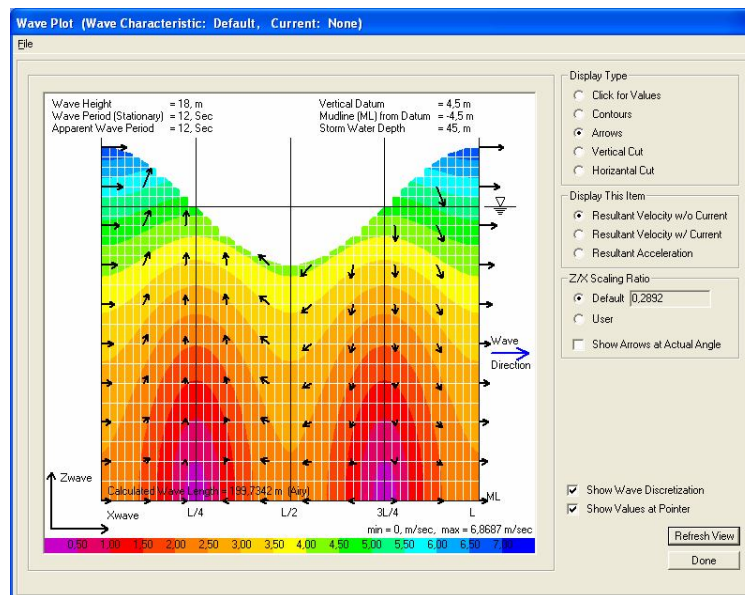
Order: []

Order: []

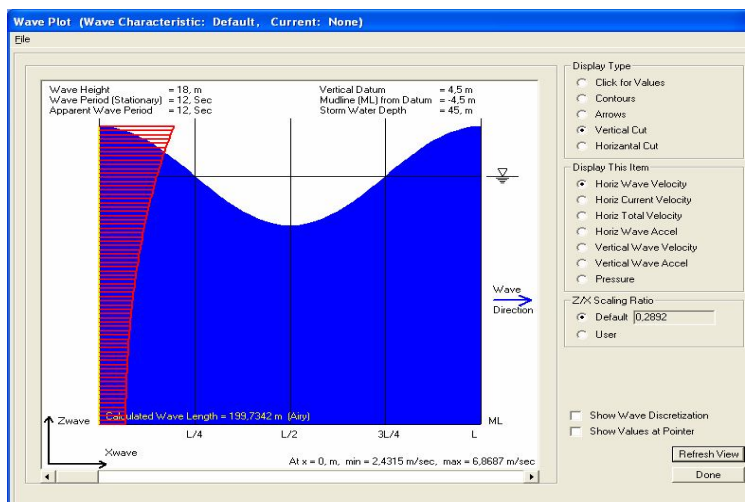
OK Cancel

Hình 3. Bảng khai báo đặc trưng sóng

Airy Wave Theory: tính sóng theo dạng sóng Airy, Stokes Wave Theory: tính sóng theo dạng sóng Stokes (bậc 5), Cnoidal Wave Theory: tính sóng theo dạng sóng Cnoidal

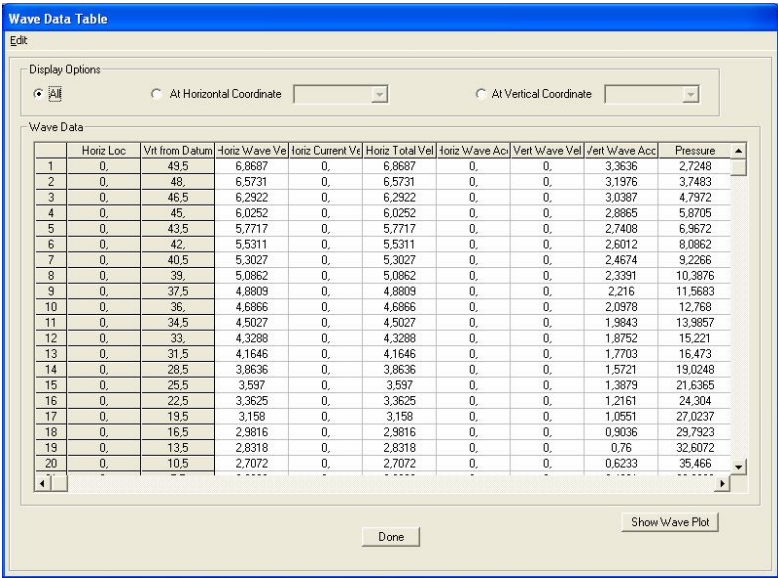


Hình 4. Biểu đồ sóng



Hình 5. Biểu đồ phân bố vận tốc theo chiều sâu

- Xuất bảng dữ liệu:



	Horiz Loc	Vert from Datum	Horiz Wave Vel	Horiz Current Vel	Horiz Total Vel	Horiz Wave Acc	Vert Wave Vel	Vert Wave Acc	Pressure
1	0,	49,5	6,8687	0,	6,8687	0,	0,	3,3636	2,7248
2	0,	48,	6,5731	0,	6,5731	0,	0,	3,1976	3,7483
3	0,	46,5	6,2922	0,	6,2922	0,	0,	3,0387	4,7972
4	0,	45,	6,0252	0,	6,0252	0,	0,	2,8865	5,8705
5	0,	43,5	5,7717	0,	5,7717	0,	0,	2,7408	6,9672
6	0,	42,	5,5311	0,	5,5311	0,	0,	2,6012	8,0862
7	0,	40,5	5,3027	0,	5,3027	0,	0,	2,4674	9,2266
8	0,	39,	5,0862	0,	5,0862	0,	0,	2,3391	10,3876
9	0,	37,5	4,8809	0,	4,8809	0,	0,	2,216	11,5683
10	0,	36,	4,6866	0,	4,6866	0,	0,	2,0978	12,768
11	0,	34,5	4,5027	0,	4,5027	0,	0,	1,9843	13,9857
12	0,	33,	4,3288	0,	4,3288	0,	0,	1,8752	15,221
13	0,	31,5	4,1646	0,	4,1646	0,	0,	1,7703	16,473
14	0,	28,5	3,8636	0,	3,8636	0,	0,	1,5721	19,0248
15	0,	25,5	3,597	0,	3,597	0,	0,	1,3879	21,6365
16	0,	22,5	3,3625	0,	3,3625	0,	0,	1,2161	24,304
17	0,	19,5	3,158	0,	3,158	0,	0,	1,0551	27,0237
18	0,	16,5	2,9816	0,	2,9816	0,	0,	0,9036	29,7923
19	0,	13,5	2,8318	0,	2,8318	0,	0,	0,76	32,6072
20	0,	10,5	2,7072	0,	2,7072	0,	0,	0,6233	35,466

4. Kết luận

Phần mềm SAP2000 v9 đã được ứng dụng để tính toán các kết cấu ngoài khơi (offshore Structures) như các kết cấu giàn khoan dầu trên biển và đã được hiệp hội dầu khí Hoa Kỳ (American Petroleum Institute) kiểm chứng. Vì vậy với các kết cấu công trình thuộc ngành công trình thủy và thềm lục địa hoàn toàn có thể áp dụng phần mềm để tính toán tải trọng sóng với kết quả tin cậy

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

- [1]. API Recommended Practice (American Petroleum Institute 2000)
- [2]. *Tải trọng và tác động (do sóng và do tàu) lên công trình thủy* – Tiêu chuẩn thiết kế 22 TCN 222-95
- [3]. *Tải trọng và tác động*. Tiêu chuẩn thiết kế - TCVN 2337:1995
- [4]. *Computers and Structures, Inc, Berkeley*. SAP 2000 – TECHNICAL NOTE CALCULATION OF WAVE LOAD VALUES, January 2003
- [5]. *Computers and Structures, Inc, Berkeley*. SAP 2000 – AUTOMATIC WAVE LOADS, January 2003
- [6]. *Computers and Structures, Inc, Berkeley*. SAP 2000 – ANALYSIS REFERENCES, January 2003
- [7]. *Computers and Structures, Inc, Berkeley*. SAP 2000 – BASIC ANALYSIS REFERENCES, January 2003
- [8]. *Computers and Structures, Inc, Berkeley*. SAP 2000 – DATABASE DOCUMENTATION, January 2003
- [9]. OCDI. Technical Standards of Port and Harbour facilities in Japan.
- [10]. US. Army Corps of Engineerings. Coastal Engineering Manual 2000.
- [11]. BS.6349. British Standard code of Practice of Maritime structures 1984 and 2000.
- [12]. PGS.TS. Phạm Văn Giáp; TS. Nguyễn Ngọc Huệ; ThS. Đinh Đình Trường – Sóng biển đối với cảng biển, Nhà xuất bản xây dựng.

Người phản biện: TS. Đào Văn Tuấn