**BÀI TẬP MÔN PHƯƠNG PHÁP SỐ TRONG HẢI DƯƠNG HỌC**

**Đề bài**: Cho phương trình sóng 

Giả bài toán tìm mode dao động sóng ( tìm P trong pt P(t)

Với c(z) : C(0)=1500 c= hàm tuyến tính theo độ sâu

C(1000)=1450

Với mật độ r­0 =1.02. Tính K và các mode dao động tương ứng với 5 mode lớn nhất.

**Bài làm**

Phương trình truyền sóng có dạng:

Giải phương trình trên ta đi tìm nghiệm p với là hàm của độ sâu z, phạm vi r, thời gian t.

Sử dụng phương pháp phân tách biến ta đưa hàm về dạng với s(t)là hàm phụ của thời gian có dạng:

(với ω

Khi đó nghiệm của phương trình có dạng:

Biến đổi phương trình sóng về dạng phương trình Helmholtz :

Sử dụng kỹ thuật tách biến ta đưa phương trình trên về dạng .Q(r) chúng ta có:

Hai thành phần trong ngoặc vuông ứng với hàm riêng của r và z tương ứng. Vì vậy, cách duy nhất để phương trình có thể thỏa mãn là nếu mỗi thành phần là một hằng số. Với hằng số phương trình đã cho có dạng:

Với điều kiện trong môi trường ta đang xét có mật độ không thay đổi , vận tốc c(z) là hàm tuyến tính theo độ sâu và với các điều kiện biên:

Mặt hở : P(0)=0 Đáy cứng:

Phương trình cho P có dạng :



Để tìm nghiệm của phương trình ta chia sẽ chia lưới từ mặt tới đáy thành N điểm, áp dụng công thức sai phân để đưa phương trình đã cho về dạng (A-K2I)P=0:

|  |  |
| --- | --- |
|  | Các điều kiện biên:  Mặt hở : P­(­0)=0  Đáy cứng : |

Phương trình sai phân cho các điểm không biên:

Sử dụng phương pháp sai phân bậc 2 với bước sai phân bằng h có





Hay 

Thay vào phương trình



Ta có tại điểm 



Với zi = z2,z3,..............,zD-1

Ta có kết quả



..........................................................................................................



+) Xét tại điểm biên trên Z=Z1 tại sát mặt biển với P tại Z0=0







+) Xét tại điểm biên dưới Z= ZD





Ta có kết quả



..........................................................................................................



Viết dưới dang ma trận:

(A-K2I)P = 0

A=

K= P=

Nghiệm là N véc tơ v tương ứng với giá trị riêng K.

**Áp dụng giải bài toán với các điều kiện:**

Mặt biển phẳng, sâu 100m.

Vận tốc truyền âm là hàm tuyến tính theo độ sâu với giá trị vận tốc tại bề mặt là c(0)= 1500 m/s, tại đáy là c(D)=1450 m/s.

Mật độ ρ = 1.02.

Tần số f= 5000(Hz).

Đáy cứng.

Ta sẽ đi tính trường sóng của nguồn phát ở độ sâu 70m.

Cách giải:

Ta chia độ sâu thành 1000 điểm nút khoảng cách các điểm nút là 0.1 m.

Chương trình giải trên matlab:

function ffsong()

close all;

dh=.1;% dh= buoc chia

ro=1.02;% ro = mat do

f=5500;% f =tan so

D=100;% D= do sau

%c=1500;la toc truyen song tai day

N=ceil(D/dh);% so nut

clf;

c=linspace(1500,1450,N)% ham van toc tuyen tinh theo do sau

z=dh:dh:D;% do sau, xet trong he toa do de cac

% giai voi dieu kien bien tren 1

A=make\_model(dh,c,f,N); % tinh ma tran A

[V,K]=SolveEigsA(A); % tinh tri rieng

% ve hinh

figure(1);

subplot(1,4,1);

plot(V(:,1:5),z);

xlabel ('v');

ylabel ('do sau');

subplot(1,4,2);

% dua vec to V ve gia tri duong

for m=1:5

V(:,m)=V(:,m).\*(V(:,m)./(abs(V(:,m))))

end;

plot(V(:,1),z,'r');

xlabel('V mode 1');

ylabel('do sau');

hold on;

[K(:)]

% tinh truong song

mode =5;% tinh 5 mode lon nhat cua truong song

r = 100:1:1000;

r=r\*1e3;

zSource = ceil(D/dh/(5/3));

Pzr=Pressure(K(1:mode),V(:,1:mode),r,zSource);

[zz rr]=meshgrid(z,r);

figure(2);

surface(rr,zz,abs(Pzr'));

shading interp

colorbar;

function A = make\_model (adh,c,f,N)

g=ones(1,N-1);

omega=2\*pi()\*f;

d=-2+adh.^2.\*omega^2./c.^2.\*ones(1,N);

A=diag(d) + diag(g,1) + diag(g,-1);

% diem o day

A(end,end-1)=0

A(end,end-2)=0

function [V,K]=SolveEigA(A)

[V,K]=eig(A);

K=diag(K);

[K, index]=sort(K);

index=flipud(index);

K=flipud(K);

K=sqrt(K);

V=fliplr(V);

function [V,K]=SolveEigsA(A)

[V,K]=eigs(sparse(A),50,'lm');

K=diag(K);

K=sqrt(K);

%

function Pzr=Pressure(K,V,r,zSource);

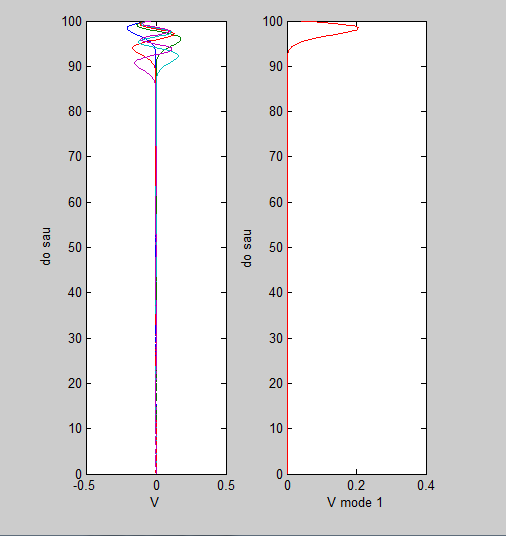
Pzk = V\*diag(V(zSource,:));

Pkr = K(:)\*reshape(r,1,length(r));

Pkr = exp(i\*Pkr)./sqrt(Pkr);

Pzr = Pzk\*Pkr \*i\*exp(i\*pi()/4)/sqrt(8\*pi);

Từ đó ta thu được kết quả: Véc tơ riêng ứng với 5 mode ta chọn và vec tơ riêng ứng với mode 1



|  |  |
| --- | --- |
| Và các trị riêng của ma trận A | Phân bố năng lượng: |
| |  |  | | --- | --- | | 5 trị riêng K max | 5 trị riêng K min | | 2.3807 | 2.3432 | | 2.3787 | 2.3426 | | 2.3771 | 2.3420 | | 2.3757 | 2.3415 | | 2.3744 | 2.3409 | | as.png |