

Problem 7.3: Derin suda fırtına tarafından oluşturulan ve kıyıya doğru ilerleyen dalganın düşey yüzöl bir dalgakıran üzerine tesiri söz konusudur. Dalgakıran Şekil 7.3.1’deki gibi taş dolgu dalgakıran üzerine inşa edilen bir dik yüzöl duvardan oluşmaktadır. Tasarım dalga yüksekliği $H=1.87\text{m}$ ve periyodu $T=4.7\text{ s}$ ’dir. Düşey duvarın temeli ve deniz tabanı maksimum su seviyesinden 3m ve 8m derindedir. Taban eğimi yatay kabul edilecektir. Düşey duvara etkiyecek maksimum kuvveti ve A noktasına göre devrilme momentini bulunuz.

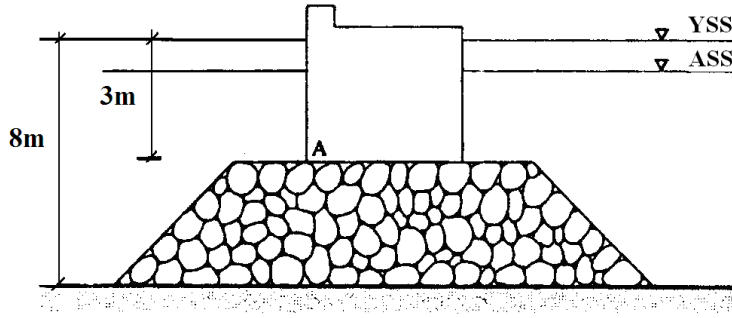
Çözüm 7.3:

Derin su dalga boyu;

$$L_0 = 1.56T^2 = 1.56 \times 4.7^2 = 34.5 \text{ m}$$

$d/L_0 = 8/34.5 = 0.23$ olduğuna göre yapı önündeki dalga boyu Ağırılık Dalgaları tablosundan $L=32\text{m}$ olarak bulunur.

$H/d = 1.87/8 = 0.23$ kırılma yok, klopati söz konusu o halde deniz tabanındaki oluşın maksimum basınç;



Şekil p7.3.1

$$p_{\text{maks}} = \rho g \left[\frac{H}{\cosh(kd)} + d \right]$$

$$k = 2\pi/L \quad kd = 2\pi d/L = 2\pi \times 8/32 = 1.57$$

$$p_{\text{maks}} = 1030 \times 9.81 \left[\frac{1.87}{2.51} + 8 \right] = 88.4 \times 10^3 \text{ N/m}^2$$

Su seviyesindeki salınım miktarı;

$$h_0 = \frac{\pi H^2}{L} \cot \text{anh} \left(\frac{2\pi d}{L} \right) = \frac{\pi 1.87^2}{32} \cot \text{anh}(1.57) = 0.37\text{m}$$

Lineer dağılım kabulü ile; $d+H+h_0 = 8+1.87+0.37 = 10.24 \text{ m}$. SSS’den z ’nin aşağı doğru değeri (+) alınırsa klapotiden dolayı düşey duvar üzerindeki basınç (3 m derinlikteki basınç);

$$p_{\text{maks}} = \rho g \frac{(z + H + h_0)}{(d + H + h_0)} \left[\frac{H}{\cosh(kd)} + d \right] = \frac{88.4 \times 10^3}{10.24} (z + h_0 + H)$$

$$= 8.63 \times 10^3 (3 + 0.37 + 1.87) = 8.63 \times 10^3 \times 5.24 \text{ N/m}^2$$

düşey duvarın yüzeyindeki kuvvet;

$$F_{maks} = \frac{1}{2} \rho g (d + H + h_0) \left[\frac{H}{\cosh(kd)} + d \right] = (d + H + h_0) p_{maks} / 2$$

burada duvar yüksekliği 3 m'dir. O halde d için 3 m alınacağından

$$F_{maks} = 8.63 \times 10^3 \times 5.24^2 / 2 = 118.5 \times 10^3 \text{ N/m}^2 \text{ (birim genişlik için)}$$

A noktasına göre moment (lineer dağılımından dolayı)

$$M_A = 118.5 \times 10^3 \times 5.24 / 3 = 206.9 \times 10^3 \text{ Nm/m}$$

olarak bulunur.

Problem 7.4: 10 m su derinliğinde bir düşey yüzölçek dalgakıran inşa edilecektir. Derin su belirgin dalga yüksekliği 4 m, periyodu 9 s olan bir dalganın yaklaşım açısı 30°'dir. Dalgakıranın liman tarafında müsaade edilecek dalga yüksekliği 0.75 m'dir. 15 m yüksekliğinde ve 6 m genişliğinde inşa edilecek bu yapının devrilmeye ve kaymaya karşı emniyet faktörlerini hesaplayınız. Beton için sürtünme faktörünü $\mu=0.8$ ve betonun özgül ağırlığını $\gamma_c=24 \text{ kN/m}^3$ olarak alınız.

Çözüm 7.4:

$$\text{Derin su dalga boyu } L_0 = 1.56 T^2 = 1.56 \times 9^2 = 126 \text{ m}$$

$$d/L_0 = 10/126 = 0.0794$$

$$\text{için ağırlıklı dalgaları tablosundan } d/L = 0.122 \quad L = 82.97 \text{ m}$$

$$K_s = 0.956 \quad \sin \alpha_0 / \sin \alpha = L_0 / L \quad \sin 30 / \sin \alpha = 126 / 82.97$$

$$\sin \alpha = 0.329 \quad \alpha = 19^\circ \text{ (10 m su derinliğinde dalganın batimetri ile yaptığı açı)}$$

$$K_r = \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha}} = \sqrt{\frac{\cos 30}{\cos 19}} = 0.957$$

$$H = H_0 \cdot K_r \cdot K_s = 4 \times 0.956 \times 0.957 = 3.66 \text{ m}$$

$$d/H = 10/3.66 = 2.73 > 1.2 \text{ dalga kırılmamaktadır.}$$

Açık deniz tarafında;

$$h_0 = \frac{\pi H^2}{L} \coth \left(\frac{2\pi d}{L} \right) = \frac{\pi \times 3.66^2}{82.97} \coth \left(\frac{2\pi \times 10}{82.97} \right) = 0.79 \text{ m}$$

Liman tarafında;

$$h_0 = \frac{\pi \times 0.75^2}{82.97} \coth \left(\frac{2\pi \times 10}{82.97} \right) = 0.03 \text{ m}$$

Duvarın her iki tarafında hidrostatik basınç olacağından ihmal edilebilir ve açık deniz tarafında tabanda maksimum basınç

$$p_{maks2} = \rho g \frac{H}{\cosh(kd)} = 10 \frac{3.66}{1.31} = 27.9 \text{ kN/m}^2$$

bulunur.

Yüzeydeki basınç $z=0$ için;

$$P_{\text{maks1}} = \rho g \frac{z + H + h_0}{d + H + h_0} \left[\frac{H}{\cosh(kd)} + d \right]$$

$$P_{\text{maks1}} = \rho g \frac{H + h_0}{d + H + h_0} \left[\frac{H}{\cosh(kd)} + d \right] = P_{\text{maks1}} = \frac{H + h_0}{d + H + h_0} \left[\rho g \left(\frac{H}{\cosh(kd)} + d \right) \right]$$

$$P_{\text{maks1}} = \frac{H + h_0}{d + H + h_0} [P_{\text{mak2}} + \rho g d]$$

$$P_{\text{maks1}} = \frac{3.66 + 0.79}{10 + 3.66 + 0.79} [27.9 + 10 \times 10] = 39.4 \text{ kN/m}^2$$

Liman tarafında;

$$P'_{\text{maks2}} = \rho g \frac{H}{\cosh(kd)} = 10 \times \frac{0.75}{1.31} = 5.7 \text{ kN/m}^2$$

$$P'_{\text{maks1}} = \rho g (H - h_0) = 10 \times (0.75 - 0.03) = 7.2 \text{ kN/m}^2$$

Kuvvetler (kN)		Moment kolu (m)	Moment (kNm)	Devirmeye çalışan moment (kNm)
$W=6 \times (5 \times 24 + 10 \times 14)$	=1560.0	3.0	4680	
$U_1=1/2 \times 6 \times 5.7$	=17.1	2.0	34.2	
$U_2=1/2 \times 6 \times 27.9$	=83.7	4.0		334.8
$\Sigma V=W+U_1-U_2$	=1493.4			
$F_1=1/2 P_{\text{mak1}} \times (H+h_0)=1/2 \times 39.4 \times 4.45$	=87.7	11.48		1006.8
$F_2=10 \times 27.9$	=279.0	5.0		1385.0
$F_3=1/2 \times (39.4 - 27.9) \times 10$	=57.5	6.67		383.5
$F_4=1/2 \times (0.75 \times 7.2)$	=2.6	9.52		24.8
$F_5=P'_{\text{mak2}} (10 - (H-h_0))=5.7 \times 9.28$	=52.9	4.64		245.5
$F_6=1/2 \times (7.2 - 5.7) \times 9.28$	=7.5	6.16		46.2
ΣH	=487.2		4714.2	3426.6

$$F_{s_{deviren}} = \frac{\Sigma M_{direnç}}{\Sigma M_{deviren}} = \frac{4714.2}{3426.6} = 1.37$$

$$F_{s_{kayma}} = \frac{\mu \Sigma V}{\Sigma H} = \frac{0.8 \times (1493.4)}{487.2} = 2.45$$

Bileşke kuvvetin yeri ve şiddeti, R,

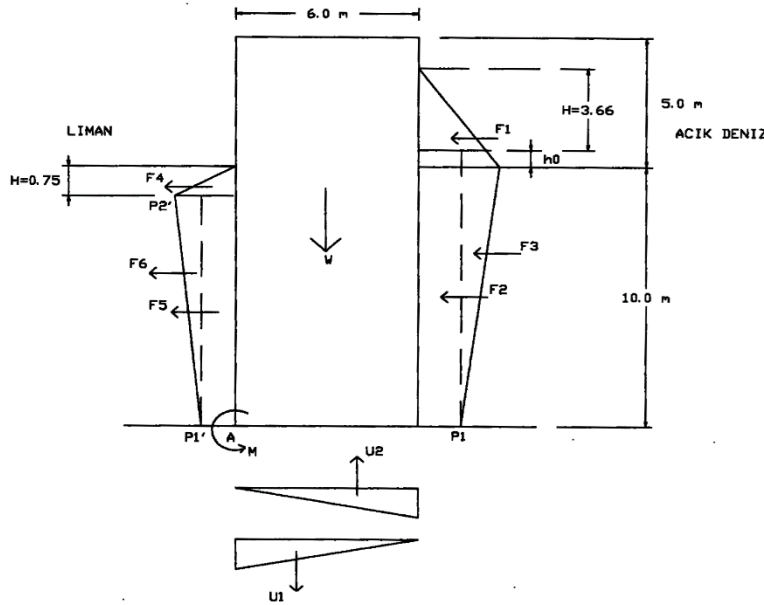
$$R = \sqrt{(1493.4^2 + 487.2^2)} = 1571 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_{deviren} = \Sigma H \cdot y$$

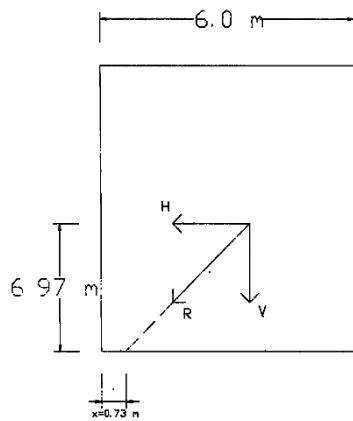
$$3426.6 = 487.2y \quad y = 7.03 \text{ m}$$

$$1493.4(6/2 - x) - 487.2(7.03) = 0$$

$$x = 0.73 \text{ m}$$



Şekil p7.4.1 Düşey yüzlü dalgakırana etkili kuvvetler

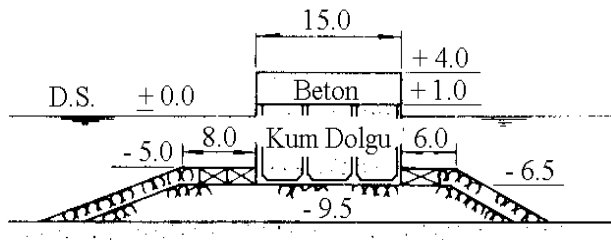


Şekil p7.4.2 Bileşke kuvvet ve yeri

Problem 7.5: Düşey yüzlü dalgakırana tesir edecek dalga kuvvetini, kaldırma kuvvetini ve momentlerini Goda yöntemi ile hesaplayınız (Goda, 2000).

Dalga karakteristikleri : $H'_0 = 6.3 \text{ m}$, $T_{1/3} = 11.4 \text{ s}$, $\beta = 15^\circ$

: 0.6 m

$$: \tan \theta = 1/100$$


Şekil p7.5.1 Düşey yüzlü dalgakıran kesiti

Çözüm 7.5:

1) Su derinliği ve tepe kotu

$h=10.1\text{ m}$

$$h' = 7.1\text{m}$$

$d=5.6 \text{ m}$

$$h_c = 3.4 \text{ m}$$

2) Dalga boyu ve dalga yüksekliği

$$L_0 = 1.56T^2 = 1.56 \times 11.42 = 202.7 \text{ m}$$

$$\frac{H'_0}{L_0} = 0.031 \quad \frac{h}{L_0} = 0.05$$

Böylece yukarıdaki ifadeler yardımıyla yapının önündeki belirgin dalga yüksekliği

$H_{1/3}=5.8$ m (burada su derinliği $h=10.1$ m'dir.)

Yapı önündeki tasarım dalgası, dalgakırandan $5H_{1/3}$ mesafedeki dalgadır, o halde

$$h_b = 10.1 + 5 \times 5.8 \times (1/100) = 10.4 \text{ m}$$

$$H_{maks}=8.0 \text{ m}$$

3) Dalga kuvvetlerinin hesabı için katsayıları

$$\alpha_1 = 0.6 + \frac{1}{2} \left[\frac{4\pi h/L}{\sinh(4\pi h/L)} \right]^2 = 0.92$$

$$\alpha_2 = \min \left\{ \frac{h_b - d}{3h_b} \left(\frac{H_{\text{mak}}}{d} \right)^2, \frac{2d}{H_{\text{mak}}} \right\} = \min \left\{ \frac{10.4 - 5.6}{3 \times 10.4} \left(\frac{8.0}{5.6} \right)^2, \frac{2 \times 5.6}{8.0} \right\} = \min \{0.314, 1.40\} = 0.314$$

$$\alpha_3 = 1 - \frac{h'}{h} \left[1 - \frac{1}{\cosh(2\pi h/L)} \right] = 1 - \frac{7.1}{10.1} (1 - 0.847) = 0.892$$

4) Dalga Kuvvetinin Maksimum Etki Düzeyi

$$\cos \beta = 0.966$$

$$\eta^* = 0.75(1 + \cos \beta) H_{\text{maks}}$$

$$\eta^* = 0.75(1 + 0.966) \times 8.0 = 11.8 \text{ m}$$

5) Dalga basıncının bileşenleri

$$p_1 = \frac{1}{2}(1 + \cos \beta)(\alpha_1 + \alpha_2 \cos^2 \beta) \rho g H_{\text{mak}} = \frac{1}{2}(1 + 0.966)(0.920 + 0.314 \times 0.966^2) \times 1030 \times 9.8 \times 8.0$$

$p_1 = 96.3$
kPa

$$p_3 = \alpha_3 p_1 = 0.892 \times 96.3 = 85.9 \text{ kPa}$$

$$\eta^* > h_c \Rightarrow p_1(1 - h_c / \eta^*)$$

$$\eta^* \leq h_c \Rightarrow 0$$

$$p_4 = 96.3 \left(1 - \frac{3.4}{11.8}\right) = 68.6 \text{ kPa}$$

6) Toplam basınç ve kaldırma

$$p_u = \frac{1}{2}(1 + \cos \beta) \alpha_1 \alpha_3 \rho g H_{\text{maks}} = 0.983 \times 0.920 \times 0.892 \times 1030 \times 9.8 \times 8.0 = 65.1 \text{ kPa}$$

$$h_c^* = \min(\eta^*, h_c) = \min(11.8, 3.4) = 3.4$$

$$P = \frac{1}{2}(p_1 + p_3)h' + \frac{1}{2}(p_1 + p_4)h_c^* = \frac{1}{2}(96.3 + 85.9) \times 7.1 + \frac{1}{2}(96.3 + 68.6) \times 3.4 = 927 \text{ kN / m}$$

$$U = \frac{1}{2} p_u B = \frac{1}{2} \times 65.1 \times 15.0 = 488 \text{ kN / m}$$

7) Dalga kuvvetlerinden doğan moment

$$M_p = \frac{1}{6}(2p_1 + p_3)h'^2 + \frac{1}{2}(p_1 + p_4)h'h_c^* + \frac{1}{6}(p_1 + 2p_u)h_c^{*2}$$

$$M_p = \frac{1}{6}(2 \times 96.3 + 85.9) \times 7.1^2 + \frac{1}{2}(96.3 + 68.6) \times 7.1 \times 3.4 + \frac{1}{6}(96.3 + 2 \times 68.6) \times 3.4^2$$

$$M_p = 4780 \text{ kNm/m}$$

8) Kaldırma basıncından doğan kuvvet

$$M_u = \frac{2}{3} UB = \frac{2}{3} \times 488 \times 15.0 = 4880 \text{ kNm / m}$$