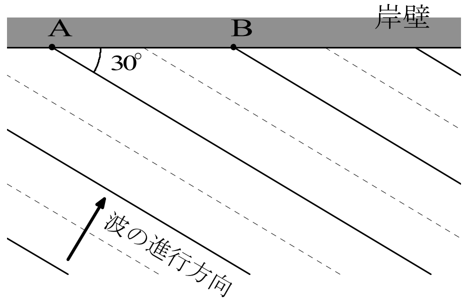

岸壁に平面波が押し寄せている。図で，実線は平面波の山，点線は平面波の谷の波面を表している。波面と岸壁の角度は 30° で，岸壁に沿って隣り合う山(図中の A と B)の間隔は L である。波の振動数を f として以下の問に答えよ。

(1)この平面波の波長 λ を L で表せ。また波の速さ v を f, L で表せ。

(2)岸壁に沿って波の山が移動する速さを v で表せ。

(3)岸壁と垂直な方向に沿って，隣り合う山の間隔を L で表せ。

岸壁は波を反射する。反射波は入射波と同位相である。

(4)図の状態での反射波を記入せよ。

(5)入射波と反射波の重ね合わせにより，大きな山になる点がある。図の状態で任意の大きな山の１つにて○をつけ，さらにその山の進行方向を矢印で示せ。

(6)入射波と反射波の干渉により，全く振動しない点がある。これらの点を連ねた線(節線)のうち，岸壁に最も近い線を図に記入せよ。

(7)隣り合う節線の間隔を λ で表せ。

(解説)平面波の反射による干渉の問題である。岸壁を波(山)が移動していく速度は，波の速度より大きくなる。ただし，実際に速いのではなく。次々と同位相の山が岸壁に到着し，移動しているように見えるだけである。

入射波と反射波が干渉するが，大きな山の移動方向は，入射波と反射波をそれぞれ少しだけ移動して考えてみよう。また移動方向を結んだ線が腹線となり，それと平行に節線がある。

(1)図 1 のように，隣り合う波面の間隔が波長 λ である。波面と直角に距離を考える。岸壁上で隣り合う波面の距離が L なので

$$\lambda = L\sin 30° = \frac{L}{2} \qquad \cdots① \qquad \cdots(答)$$

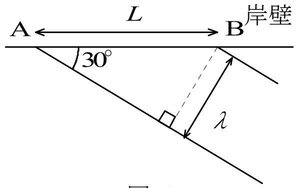

図 1

また，振動数は f なので

$$v = f\lambda = \frac{fL}{2} \qquad \cdots② \qquad \cdots(答)$$

(2)岸壁に沿って波の山が A から B まで移動するのにかかる時間は，波の周期であるので $\frac{1}{f}$ となる。ゆえに，岸壁に沿った山の移動速度 V は，②式も用いて

$$V = \frac{L}{\frac{1}{f}} = fL = 2v \qquad \cdots(答)$$

(別解)

図 2 のように①の波面が時間 t 後に②へ移動したとする。a の山は，b へ移動するので　$\mathrm{ab} = vt$　である。しかし，岸壁と平行な方向で考えると，時間 t 後には c が山である。これは元々a にあった山が移動したのではなく，d にあった山が移動したのであるが，この間，岸壁に平行な ac には次々と山が到着し，山が移動しているように見える。従って，ac に沿って山の移動速度を V とすると　$\mathrm{ac} = Vt$　である。図より

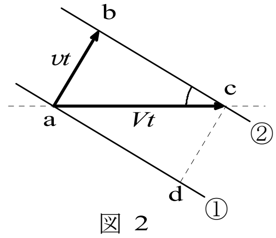

図 2

$$Vt = \frac{vt}{\sin 30°} \qquad \therefore \qquad V = 2v$$

(3)図 3 のように B から岸壁に直交する線を引くと，次の山は C である。ゆえに間隔 l は

$$l = L\tan 30° = \frac{\sqrt{3}L}{3} \qquad \cdots(答)$$

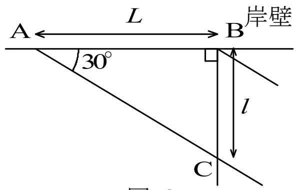

図 3

(4)入射角と反射角が等しいので，反射波も波面と岸壁との角が 30° である。また岸壁で反射する際に位相が変化しないので，図 4 のようになる。

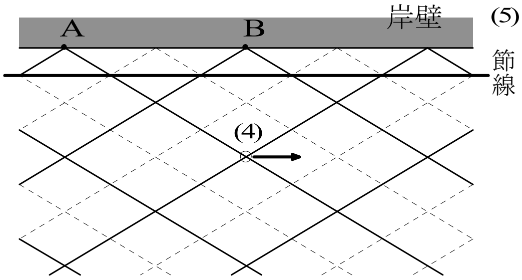

図 4

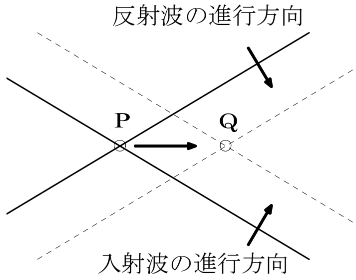

図 5

(5)入射波と反射波の山が重なる点が，大きな山になる。また，進む方向は，それぞれの波が少しだけ進行したとして考えればよい。図 5 に，山の周辺だけを拡大した。図で実線は現在の山の波面，波線は少し時間が経過した後の山の波面である。現在 P にある大きな山が，Q へ移動する。従って，大きな山の移動方向は矢印の方向で，岸壁に平行な方向である。図 4 中に解答として示す。

このように大きな山を通る岸壁に平行な直線上では，時間と共に大きな山や大きな谷になる。つまり腹線である。

(6)節線は腹線に平行で，腹線の中間にある。図 4 中に解答を示す。

(7)図 6 に示すように，岸壁に最も近い節線は R を通り，次の節線は S を通る(図に節線は描いていない)。ゆえに間隔は，①式も用いて

$$\frac{L}{4}\tan 30°\times 2=\frac{\sqrt{3}}{6}L=\frac{\sqrt{3}}{3}\lambda \qquad \cdots(\text{答})$$

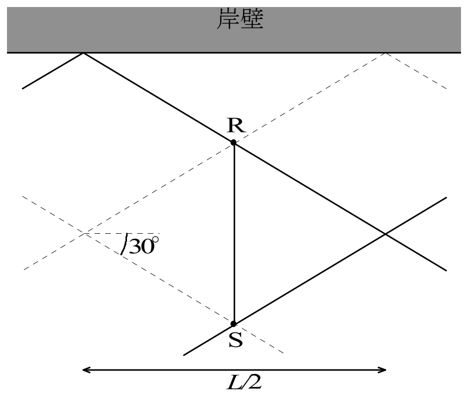

図 6

(別解 1)

図 7 のように R から入射波の波面に垂線をおろし，交点を T とする。RT が $\frac{\lambda}{2}$ であるので，RS は

$$\frac{\frac{\lambda}{2}}{\cos 30°}=\frac{\sqrt{3}}{3}\lambda$$

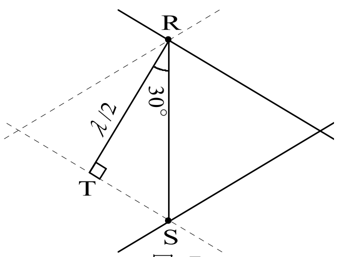

図 7

(別解 2)

岸壁に直交する方向には山の間隔が(3)で求めた l である。これをこの方向の波長と考える。岸壁と直交する方向には定常波が出来ると考えてよい。ゆえに節の間隔は $\frac{l}{2}=\frac{\sqrt{3}L}{6}$ である。