

東京工業大学 正員 吉川 秀夫

東京工業大学 正員 椎貝 博美

○東京工業大学 正員 河野 二夫

§ 1. 要旨

海岸堤防を設計する場合越波量とさしつかえない程度まで許容して出来るだけ工事費を節減するとか、或は最近の河口湖の崩壊に伴って河口湖の水質がどのように変っていくかといった問題等を解明するために、海水の越波量に関する研究が必要になって来る。

越波の問題については多くの研究者の報告がなされているが、最終的な結論には至っていないと思われる。越波量に影響するものとして来襲する波の特性、堤防の型式、風の作用など非常に多くの要素があり越波の現象は極めて複雑である。従って筆者等の研究は、まず現象と出来るだけ把握出来るやすい場合の実験として Fig. 1-1 に示すように水平な水路における鉛直壁の越波についての実験を行った。実験結果によれば、重複波による越波量は鉛直壁とせきと考えた場合の越波の計算が適用出来ることわかった。

§ 2. 実験装置と実験方法

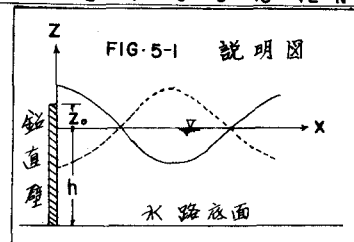
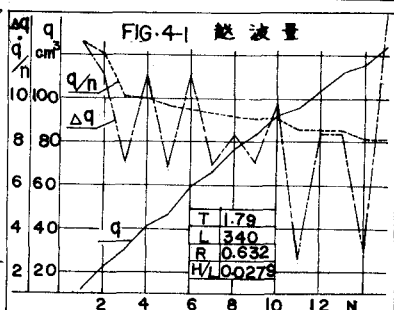
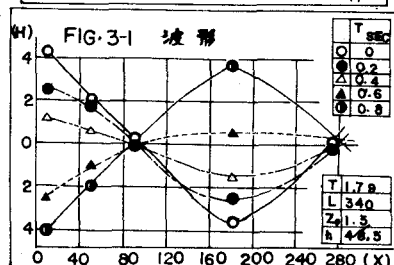
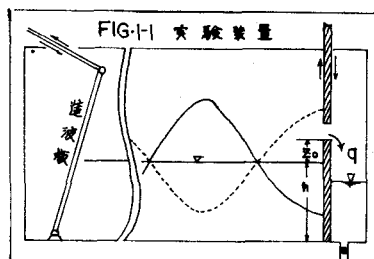
実験装置は Fig. 1-1 に示すもの、水路延長約 11 m、水路巾 66 cm の水平な水路の末端に壁厚 1 cm、高さ 50 cm、及び 40 cm の 2 種類の金巾の垂直壁を設けてある。又水路末端には採水槽があって越波量の時間的な変化と測定するようになっていた。波高と越波量の測定はいずれも抵抗線式波高計とビジグラフを使用した。実験方法は最初造波板で波と発生させ重複波の状態になった時越波させるもの、越波量の回数ごとの変動と測定した。

§ 3. 波形について

鉛直壁上面の扉を閉めているとき、即ち越波のない時の波形の一例と Fig. 2-1 に示す。図で H は波高 (cm)、 x は壁からの距り (cm) と示す。越波の生じた時の波形の変化はビジグラフではほとんど感度がない。

§ 4. 越波量について

回数毎の越波量の状況の一例と Fig. 4-1 に示す。図で q は越波量の累計 (cm)、 q_n は回数毎の越波量 (cm)、 n は越波回数と示す。図によれば規則的な波と手えても、各回数毎の越波は一律でないが増減の仕方はかなり周期的である。



又越波量と周期的に平均してみるとその値はほとんど一定である。

§5. 理論的考察

Fig 5-1 で静水時の水路水深と h , 平均水面上の堤防高と Z_0 とし, 平均水面上に x 軸ととり, 鉛直上向きに z 軸ととるとき重複波は(5.1)式で与えられる。

$$Z = \frac{H}{L} \cos \frac{2\pi}{L} x \cdot \sin \frac{2\pi}{T} t \quad (5.1)$$

(5.1)式で H は波高, L は波長, T は周期を示す。 $z = 0$ においては(5.1)式は(5.2)式のようになる。

$$Z = \frac{H}{L} \sin \frac{2\pi}{T} t \quad (5.2)$$

鉛直壁とせよと考えた場合これとこえる流れについで z , 単位巾あたりの越波量は次式であらわされる。

$$q = m \int_{z_0}^z \sqrt{2g(z-z_0)} dz \quad (5.3)$$

(5.3)式で m はせきと考えた時の流量係数である。

一周期当りの越波量と Q (cm) とすると, Q は(5.2), (5.3)式より,

$$Q = \frac{4}{3} \cdot m \cdot B \sqrt{2g} \left(\frac{H}{L} \right)^{3/2} \int_{\frac{T}{2\pi} \arcsin(R_0)}^{\frac{T}{4}} \left\{ \sin \left(\frac{2\pi}{T} t - R_0 \right) \right\}^{3/2} dt \quad (5.4)$$

(5.4)式で $R_0 = Z z_0 / H$ である。(5.4)式で無次元表示すると

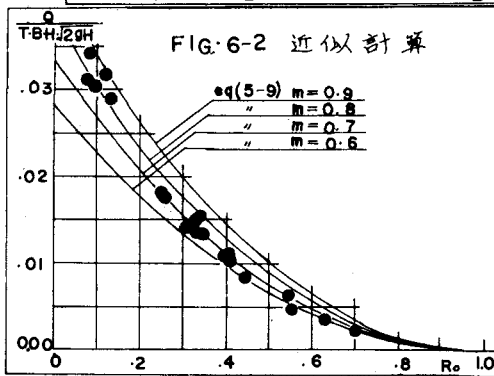
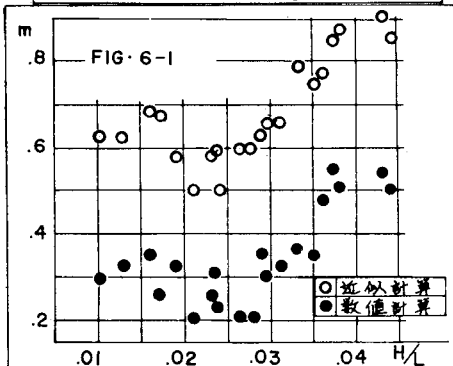
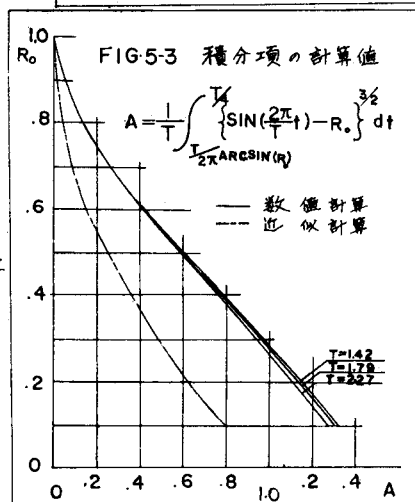
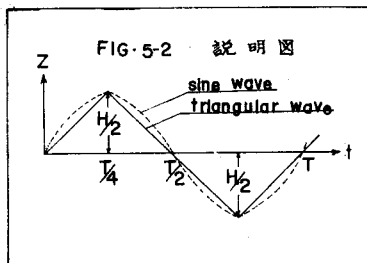
$$\frac{Q}{T \cdot B \cdot H \sqrt{2gH}} = \frac{\sqrt{2}}{3} \cdot m \cdot \frac{1}{T} \int_{\frac{T}{2\pi} \arcsin(R_0)}^{\frac{T}{4}} \left\{ \sin \left(\frac{2\pi}{T} t \right) - R_0 \right\}^{3/2} dt \quad (5.5)$$

次に石原, 岩垣, 三井^(*)等は微小振巾波理論を用いて, 沖波の一周期当りの岸側への水の移動量 Q_0 と求め, 更に越波量(Q)は沖波の特性, 堤体前面の水深(h) 静水面よりの堤高(H_0)に関係するとして(5.6)式による実験結果の整理を行った。

$$\frac{Q}{Q_0} = \frac{Z z_0}{H_0 L_0} = f \left(\frac{H_0}{L_0}, \frac{h}{L_0}, \frac{H_0}{H_0} \right) \quad (5.6)$$

そこで石原等の実験結果と比較するたの石原等が用いた(5.6)式に従って表示すると。

$$\frac{Z z_0}{B \cdot H \cdot L} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot m \cdot \frac{1}{T} \int_{\frac{T}{2\pi} \arcsin(R_0)}^{\frac{T}{4}} \left\{ \sin \left(\frac{2\pi}{T} t \right) - R_0 \right\}^{3/2} dt \quad (5.7)$$



(5.7)式で C_2 は常数であり(5.8)式で示される。

$$C_2 = \sqrt{gH} / \frac{H}{T} \quad (5.8)$$

あるいは

$$C_2 = \frac{H/T}{\sqrt{gH \cdot \tanh(\frac{2\pi h}{L})}} \quad (5.8)$$

(5.5), (5.7)式はこのまゝでは積分ができないので、 θ -近似として、Fig 5-2 に示すように波形と三角波と考えると積分は可能になり(5.9), (5.10)式のようになる。

$$\frac{Q}{T \cdot B \cdot H \sqrt{gH}} = \frac{\sqrt{2}}{15} \cdot m \cdot \frac{1}{\pi} (1-R_0)^{3/2} \left(\frac{\pi}{2} - \sin^{-1} R_0 \right) \quad (5.9)$$

$$\frac{2\pi Q}{B \cdot H \cdot L} = \frac{4}{15} \cdot m \cdot C_2 (1-R_0)^{3/2} \left(\frac{\pi}{2} - \sin^{-1} R_0 \right) \quad (5.10)$$

積分値の計算結果を Fig 5-3 に示した。

§ 6. 実験結果について

6-1 流量係数 m の特性

m と波形勾配 H/L との相関は Fig 6-1 のようになる。図によれば H/L が3%附近までは m の平均的な値はほぼ一定であるが3%と4%の間は直線的な増加を示している。又近似計算と数値積分の結果では全く同様の傾向を示している。

6-2 (5.5)式及び(5.9)式で整理した実験結果

(5.5)式及び(5.9)式と実験値と比較すると、Fig 6-2 及び Fig 6-3 のようになる。図によれば理論式と実験値は比較的一致していると考えられる。

6-3 (5.7)式及び(5.10)式で整理した実験結果

(5.7)式と実験値の比較を Fig 6-4 に示す。図によれば石原等の行った実験における越波量との比較では筆者等の方が小さい目に出ているが石原等の実験ではいくらか進行波と伴った状態で越波量を測定しているので運動量の輸送が生じているためと考えられる。

§ 7. 結語

以上の争から次の争が結論出来ると考える。

- ① 規則的な波と与えても各国数々の越波は一樣でないが増減の仕方はかなり周期的である。
 - ② 重複波による越波量は鉛直壁とせよと考えた場合の越波の計算が適用出来る。
- 例 石原岩垣三井：海岸堤防の越し波防止効果について：才4回海岸工学講演集(1957)

