

바람에 의한 設計波의 決定方法

Determination of Design wave by wind

洪 鍾 珀*

Jong Back Hong

I. 緒 言

防潮堤 및 河口河川의 堤防 또는 護岸工 등의 海岸構造物은 大部分高潮 및 風浪에 依하여 海水가 陸地로 浸入하는 것을 막고 海岸이 浸蝕되는 것을 것을 防止하기 爲한 目的으로 計劃된다. 이들 海岸構造物을 計劃設計할 境遇에는 氣象, 海象, 地形地質等 現地狀況에 充分히 適合하게 하여야하며 收益對象地域에 對한 效果 및 被害에 따라 決定될것은 勿論 構造物 自體의 安全도가 充分하고 經濟적으로 築造되도록 하여야 할 것이다. 構造物의 安全에 對하여 考慮되어야할 事項中에서 基礎敷地의 地質狀態와 自體安全以計에 물에 依해 加해지는 作用力等の 直接外力은 海岸構造物 計劃上에 미치는 比重이 相當히 크다. 그러나 海岸構造物前面에 있어서의 물결의 크기(波高, 周期), 물결의 方向을 正確히 豫測 하기란 매우 어려운 課題이다. 다시말해서 深海域에서 發起된 큰 물결이 連續되는 波動運動을 거쳐 海岸附近 淺海域에 到達했을 境遇에 波高나 其周期가 變하여진다. 또 深海域에서 發生되는 물결에서도 其 位置 및 隣接된 地理의 條件即 外洋이거나 灣內 또는 台風에 依한 것인지 季節風에 依한 것인지에 따라 各各 달라지며, 淺海域에 있어서도 水深等 深線의 狀態, 그리고 海底狀態, 摩擦 또는 屈折等の 影響을 받아 물결의 크기는 크게 變化하고 어느 水深에 到達했을 때의 물결은 碎波帶를 形成하게 된다. 따라서 構造物의 位置가 碎波帶에 있는지, 그보다 外海側 이거나 域은 內陸側에 있는지에 따라 各各 물결이 미치는 影響이 달라진다. 이와같이 여

러가지 條件에 依하여 물결의 크기 및 形態는 變形하여 지므로 이의 取扱法이나 推定法에 따라 달라진다. 其間 波高 및 이들이 미치는 直接的인 影響력을 다루기 爲하여 많은 學者들 이여러가지 方法에 依하여 實驗과 研究가 거듭되어왔다.

本 論題에서는 여러가지 實驗方式에 依하여 얻어진 實驗公式中에서 널리 使用되고있는 몇가지 方法을 取擇하여 紹介하고 可及의 簡單한 基本理論 및 公式와 方式의 理解에 도움이 되고 特別 實用上의 便誼를 國謀코저 努力하였다.

II. 方法

設計波를 決定하는 方法으로는 實地로 計劃地點에서 長期間에 걸쳐 이어나는 波形變化를 實測하여 整理하므로써 其 地點의 計劃波高로하는 方法과 實驗公式으로부터 推定하는 方法이 있다. 前者에 依하는 境遇計劃 地點에 있어서의 設計波를 決定하는 데 가장 理想的이고 正確한 方法일 것이다. 그러나 莫大한 時日과 費用이 所要되는 欠點이 있다. 後者에 依하는 境遇 實地의 으로는 其 地點에서 發生되는 波形變化를 正確하게 決定하기 困難하기는 하지만 關聯되는 諸要素를 適宜 測定適用하므로써 比較的 近似한 結果를 推定할수 있으므로 時日과 費用을 節約하는 合理的인 重要한 方法이 될수있는 것이다.

1. 물결의 定義 및 波形記錄의 整理

實測에 依하여 얻어지는 波形의 記錄은 單純한 形態의 것이 아니며 大端히 複雜多様하고 不整然한 것이다. 이와같은 觀測記錄으로부터 要求되는 波高 및 周期를 求하는 境遇多少의 差異가 생기는 것은 어

* 農業振興公社 錦江事業所

될수 없는 것이다.

波高測定에 있어서 實地로 波高를 읽는 方法으로는 다음과 같은 2가지 方法이 있다.

其 한가지 方法으로는 그림 1 (a)에서 보는 바와 같이 하나의 周期에 對해서 하나의 波高를 對應시키는 方法과 그림 1 (b)와 같이 波形的 零線을 基準으로해서 윗쪽으로 하나의 波峯과 다시 基準線 밑으로 하나의 波形을 거쳐다시 零線으로 뒤돌아오는 것을 周期로하고 區間內에서 其最高點과 最低點과의 垂直距離를 振幅으로하는 方法이 있다.

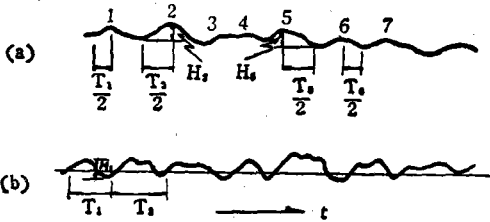


그림 1. 波形을 읽는 方法

實地로 海上에서의 물결의 變形 및 發生은 不規則하다. 其中 普通 使用되는 設計波高는 最大波高, 平均波高, 有義波高, 1/10最大波高等으로 區分하고 있다.

가. 最大波

最大波高(Hmax)는 물결의 連續 觀測記錄中에서 最大의 것을 意味하며 最大波高를 나타낼때의 波의 周期를 最大周期(Tmax)라고 한다.

나. 有義波

波의 連續觀測記錄中 (普通 20分間)에서 波高가 큰것으로부터 順番의 順序로 全波數의 1/3되는 波數를 取하여 算術平均한것을 有義波高 (H_{1/3})라고 말하며 有義周期(T_{1/3})란 같은 方法으로 有義波高를 求하기 爲하여 平均한 물결의 周期를 算術平均한 것이다.

다. 1/10 最大波

波의 連續觀測記錄中에서 波高가 큰것으로부터 順次的으로 全波의 1/10에 該當되는 波數를 맞이고 算術平均한 것을 1/10 最大波高라고하며 H_{1/10}로 表示한다. 1/10最大波高를 求하기 爲하여 取한 波高에 該當되는 周期를 算術平均하여 求한 周期를 1/10最大周期라고하며 T_{1/10}이라고 表示한다.

라. 平均波

連續觀測記錄을 算術平均하여 求한 波高를 平均波高라고 하고 같은 方法으로 求해진 周期를 平均周期라하며 各各 \bar{H} , \bar{T} 라고 表示한다.

以上 各種類의 물결에 對한 定義를 簡略히 記述하였으나 構造物의 設計에 使用되는 물결은 一般의

으로 有義波이며 重要한 構造物이나 捨石의 安全重量을 求하는 境遇에는 1/10最大波高를 使用하고 또 漂砂量을 推定할때에는 平均波가 使用되는 境遇가 많으며 一般의 最大波는 使用하지 않는다.

最大波高와 有義波高와의 關係 Hmax/H_{1/3}는 全波數 N가 클때에 $\sqrt{1.6N}$ 에 比例하며 次表와 같다

表-1. 觀測波數와 Hmax/H_{1/3}의 關係

| | | | | | | | |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|-------|
| N | 10 | 20 | 50 | 100 | 200 | 500 | 1,000 |
| Hmax/H _{1/3} | 1.11 | 1.25 | 1.42 | 1.53 | 1.64 | 1.77 | 1.86 |

上記 表中의 關係는 觀測時間이 10~20 分以上이며 淺海波나 深海波에서도 一般의 成立된다.

또 有義波와 其他 各種波와의 關係에 對하여 太平洋에서 實測한 實驗結果(美國)로부터 Putz가 求한 Γ型分布에 依한 係數는 다음과 같다.

$$H_{1/3}/H = 1.57(1.4)$$

$$H_{1/10}/H_{1/3} = 1.29(1.3)$$

$$H_{max}/H_{1/3} = 1.87(1.9)$$

$$H_{max}/H_{1/10} = 1.41$$

()內는 日本海岸에서 求한 平均值이다.

2. 實驗公式에 依하여 推定하는 方法.

本方法에 對하여는 觀測 및 實驗者에 따라 各各類 似한 여러가지의 方式이 있으나 바다에서의 물결은 大別해서 風波 (Wind wave)와 Swell이 있다.

前者는 風域內에서 發生하여 發達하는 물결로서 여러 種類의 波高, 波長, 周期가 組合된 複雜한 波形을 나타내고 一般의 波形句配의 값이 크며 後者는 發達한 風波가 風域以外로 멀리 傳해져 가는 것으로서 波長이 增大해서 波形이 비슷하며 一般의 波形句配가 적다.

바람과 물결의 關係는 從來 波高가 風速의 界自乘에 比例하는것으로 하여 各地에서 其 比例數를 求하고 때로는 어느 風速의 바람이 불어오는 時間(吹送時間, Duration) 및 바람이 불어오는 距離(吹送距離 Fetch)를 考慮해서 여러 形式의 實驗式을 얻어 使用하였으나 最近에 이르러서는 바람과 물결이 Energy를 서로 주고받는 相互關係를 考慮하여 理論的으로 誘導된公式이 提案되었다.

가. 波動의 一般의 性質

(1) 波動方程式

어느 一定한 形態가 어느 場所에서 다른 場所로 移動하는 現象을 波動이라고 하며 어느 形態가

$$y=f(x)$$

로서 表示된다면

$$y=f(x-ct)$$

는 그 形態가 c 라는 速度로서 x 의 正方向으로 움직이는것을 나타내고 y 는 $(x-ct)$ 의 關數이므로
 $x-ct=const.$

即

$$dx/dt=c$$

위에서 y 는 같은 값이 된다.

같은 方法으로

$$y=F(x+ct)$$

$y=F(x)$ 라는 形態가 x 의 負方向에 c 라는 速度로서 進行하는 것을 表示하는 것이다. $y=f(x+ct)$ 를 進行波, $y=F(x+ct)$ 를 後退波라고 부르고 C 를 波速(Wave velocity)이라고 부른다. 마찬가지로 波速 C 를 갖인 進行波와 後退波가 同時에 存在할때의 狀態는 一般的으로

$$y=f(x-ct)+F(x+ct)$$

로서 表示된다. 또 上式을 容易하게 一次元的 波動方程式

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = C^2 \frac{\partial^2 y}{\partial x^2}$$

를 備足시킨다.

(2) 正弦波

正弦曲線으로서 表示되는 狀態가 어느 速度로 x 軸의 正方向으로 進行하는 境遇의 狀態는 次式으로 表示된다.

$$y=asin(kx-nt+\epsilon)$$

波速 C 는 $dx/dt=C=n/k$ 이다 또 時間 t 를 一定하게 했을때 連續된 두개의 波峯間 距離는 $2\pi/k$ 이고 이것을 波長(Wave length)라 부르며 L 로서 表示하고 같은 場所에서는 $2\pi/n$ 의 時間 동안에 같은 狀態가 反覆된다. 故로 周期(Period)는 $T=2\pi/n$ 가 된다.

(3) 重複波

振巾, 波長, 周期가 서로 같고 其傳播의 方向이 逆인 2個의 正弦波가 存在하는 境遇의 狀態로서

$$y=a \sin(kx-tn)+a \sin(kx+nt) \\ =2a \cos nt \sin kx$$

로 주어진다.

上式은 時間과 周期的으로 變化하는 振巾 $2a \cos nt$ 를 갖인 正弦曲線이라 생각한다. $\sin kx=0$ 를 滿足시키는 場所에서는 時間에 關係없이 언제나 $y=0$. 이와같은 場所를 節(Node)이라고 한다. 또 相隣한 2個의 節中間에서는 $\sin kx=\pm 1$ 이며 이와같은 場所를 腹(Loop)이라고 하고 이와같이 進行도 後退도 하지않는 波를 重複波(Claptis)라고한다.

(4) 群速度

$x=-\infty$ 로부터 $x=x+\infty$ 까지 連續된 粹正弦波

로서 波群의 各波가 略 $\infty L_0=2\pi/k_0$ 의 波長을 갖인 波群을 생각하고 群中の 各波는 各各 固有의 波速을 갖이고 進行하므로 群其 自體의 移動速度는 一般的으로 各波의 波速과는 一致하지 않는다. 따라서 群의 速度를 振巾이 一定한 點의 速度라고 定義한다. 移動速度를 群速度(Group velocity)라고 부른다.

나. 波의 推定方法

波의 推定에 關한 實驗公式은 바람 또는 對岸距離 이들 兩者를 같이 考慮하여 誘導된 여러가지 實驗公式이 使用되어왔다.

바람의 吹送에 依해서 波가 發生하여 發達하는 過程의 物理的 機構에 對하여는 便宜上 바람이나 波가 모두 近似的으로 非粘性流體로서 無渦運動을 하는 것이라고 假定하고 바람의 壓力變化和 海面의 剪斷力에 依해 바람으로부터 波로 Energy가 傳達되고 이는 波의 發達을 促進하는 것이다라는 Sverdrup-Munk의 理論을 實測에 依해서 Bretschneider가 修正하여 바람과 물결의 關係를 整理하였다.

只今으로부터 上記理論에 따라 바람에 依하여 發達되는 물결을 推定하는 實用的인 方法인 S-M-B 法과 風域이 移動하는 境遇의 Willson의 計算法과 Willson의 Bretschneider 方法을 組合하여 推定하는 法에 對한것을 略述紹介코져한다.

(1) 從來使用하든 公式

從來使用하여오는 波高計算式 몇 가지를 參考로 紹介한다.

風速과 波高와의 關係式

바람의 強弱은 波高의 大小에 影響되고 바람이長 時間繼續불때 물결 亦是 높아진다. 風速과 波高와의 關係式은 다음과같이 많이 發表되었으며 其 適用範圍는 어느것도 大略風速이 20 m/sec 前後의 것이다

| | |
|--------------------|------------------|
| White 式 | $h=3/4 v^{2/3}$ |
| Börger 式 | $h=v/3$ |
| Cornish 式 | $h=0.37 v$ |
| Zimmermah 式 | $h=0.44 v$ |
| 廣井式 | $h=v^2/100$ |
| 佐藤式 | $h=v^{2/3}$ |
| 松尾式 | $h=0.018v^2+0.5$ |
| 日高式 | $h=0.174 v$ |
| Cornish 式 | $h=0.48 v$ |
| Rosby montgomery 式 | $h=0.3 v^{2/3}g$ |

式中 h : 波高 (m)

v : 風速 (m/sec)

g : 重力의 加速度

이다.

對岸距離와 波高의 關係式

Ftech의 遠近은 波高와 커다란 關係를 갖는다.
Stevenson은 Scotland에서 實施한 觀測結果로부터, 實驗式

$$H=1/3 \sqrt{F}$$

($F > 76\text{km}$)

$$H=0.75 + \frac{1}{3} \sqrt{F} - \frac{1}{4} \sqrt[4]{F}$$

($F < 76\text{km}$)

를 發表했고
Iribarren은 Spain 海岸에서 行한 實驗으로부터 實驗公式

$$H=1.2 \sqrt[4]{F}$$

를 發表했다.
上式中 H 는 (m)이고 F 는 對岸距離 (km)이다.

바람과 對岸距離로부터 求하는 實驗公式

Molitor公式

America의 五大湖에서의 觀測資料를 갖고 St. evenson公式를 改良하여 波壓의 推定目的으로 使用되어온 것으로서 만듯이 淺海波에 對한것은 아니나 水深에 對한 것이 考慮되지 않았음) 海灣內의 물결을 簡單히 推定하는데 많이 使用하여 왔다.

$$H=0.0612 \sqrt{vF}$$

($72.5\text{km} < F < 1,000\text{km}$)

$$H=0.762 + 0.0612 \sqrt{vF} - 0.27 \sqrt[4]{F}$$

($F < 7.25\text{km}$)

本 實驗公式은 淺水度 (h/l)가 0.17~0.5의 範圍에서 適用되며 式中 H 는 波高(m), F 는 對岸距離(km), v 는 平均風速 (m/sec)이다.

Börger 公式

$$H=v/[3\{1+36(v/F)\} \{1+(10/t)\}]$$

式中 t 는 바람의 吹送時間 (hr)

(2) S-M-B 法

海洋에서의 波의 發達에 對해서 Sverdrup及 Munk가 提案한 方法을 Bretschneider가 比較的 적은 海灣에서 行한 觀測結果를 갖고 補正한 것으로서 現在 美國, 歐羅巴, 日本 等地에서 波浪의 豫報에 使用되고있다. 風速은 海面上 10~15m의 높이에서의 平均風速을 使用하고 風域은 充分한 巾으로 넓고 移動하지 않으며 風速及 風向은 一定하고 잔잔한 海面에 一定速度의 바람이 불기 始作했을 境遇를 原則으로한것이나, 風速의 變化가 緩慢하거나 海面에 物결이 있을 적에는 海面의 Energy가 一定하다는 條件下에 補正된 것이다. 即 物결은 充分히 넓은 海域에 一定한 速度의 바람이 불면 波高 및 波長은 場所의 으로는 같으며 時間에 따라 增加하는 吹

送時間과 風速에 關聯되는 物결 即 過渡狀態의 物결이 있으며 이에 反하여 좁은 海域에 바람이 長時間 繼續불때 任意의 場所에서의 波高는 吹送距離 및 風速에 依하는 物결 即 定常狀態의 것이이다.

實際의 바다에서는 吹送距離나 吹送時間이 有限의 것이므로 一定風速의 바람에 對한 波高의 分布는 그림와 같다 여기에서 바람이 불어 後에는 風上으로부터 OC_1 의 區間은 定常狀態로 發達하고 C_1C_2 의 區間은 過渡狀態에 있어서 C_1 點의 波高와 同一波高를 나타내고 時間의 經過에 따라 波高分布는 OA^2 , B_2 , OA_2B_2로 된다.

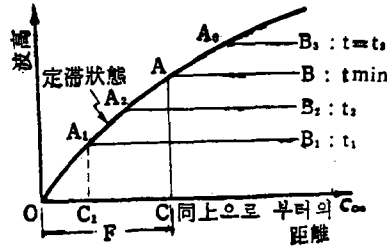


그림 2.

따라서 吹送距離 $OC=F$ 가 되여지는 곳에서는 어느 時間以後는 定常狀態에 到達하여 波高가 增加하지 않으나 最少의 吹送時間 t_{min} 이 考慮된다. 또 逆으로 一定의 吹送時間에 對해서 物결이 定常狀態에 達하게되는 範圍가 考慮되는데 이를 F_{min} 으로 한다. 그림 2를 參照하면 주워진 吹送距離 F , 吹送時間 t 의 바람에

①: $t > t_{min}$, $F < F_{min}$ 일때는 定常狀態로서 物결은 吹送距離 F 에 依한다.

②: $t < t_{min}$, $F > F_{min}$ 일때에는 過渡狀態로서에 依하게된다.

Sverdrup 및 Munk는 바람과 物결이 Energy를 로서 주고 받는 關係를 表示하는 基礎式 및 $H/L = f(C/V)$ 의 關係曲線을 써서 物결의 性質 gH/V , H/L 및 C/V 를 定常狀態에 있게하려면 gF/V^2 의 關數로 過渡狀態에 있게하려면 gF/V 의 關係로 表示했다. 또 最少吹送時間 t_{min} V/F 를 gF/V^2 의 關數로 해서 求했다. 吹送距離, 吹送時間이 極히 클 때에는 波高는 風速에 의해서 다음과 같이 된다.

$$H \approx 0.26 T^2/g$$

$$C/T \approx 1.37$$

即 波令인 無次元的 Parameter $\beta = gH/V^2$ 를 導入하여 波高를 次式으로 表示했다.

$$\frac{gH^2}{V^2} = 2\pi \delta \beta^2$$

여기에서 δ 는 波形句配 H/L 이다. 또 β 는 다음

과같은 2가지 函數로서 表示한다.

$$\beta = f(gx/V^2)$$

$$\beta = f(gt/V)$$

x : 吹送距離

t : 吹送時間

또 F 를 對岸距離라고 하고 $x=F$ 일때 觀測值를 使用해서 Fetch graph, Duration graph 및 最少吹送時間의 graph를 찾아고 이에 依한 周期, 波高 β 및 最少吹送時間을 求하면 各各 다음과 같다.

(가) 定常狀態일때

風速 및 風向이 一定한 바람이 長時間 積은 地域을 連續해서 불때를 定常狀態라고 하며

$$gT/V = 0.374 \left(\frac{gF}{V^2} \right)^{0.283} \quad H/L = 0.17$$

$$\beta = 0.0467 \left(\frac{gF}{V^2} \right)^{0.283} \quad H/L = 0.17$$

但

$$100 \leq \frac{gF}{V^2} \leq 2,000$$

이다.

(나) 過渡狀態일때

一定한 風速의 바람이 短時間에 大小域을 불때를 過渡狀態라고하며

$$gT/V = 0.0513 \left(\frac{gt}{V} \right)^{0.466} \quad H/L = 0.17$$

$$\beta = 0.00643 \left(\frac{gt}{V} \right)^{0.466} \quad H/L = 0.17$$

但

$$500 \leq gt/V \leq 10,000$$

이다.

(다) 最少吹送時間 T_{min} 은

$$\frac{T_{min} V}{F} = 39.5 \left(\frac{gF}{V^2} \right)^{-0.283}$$

但

$$100 \leq gF/V^2 \leq 2,000$$

바람과 물결의 關係曲線은 그림 3이며 이圖表의 使用例는 다음과 같다.

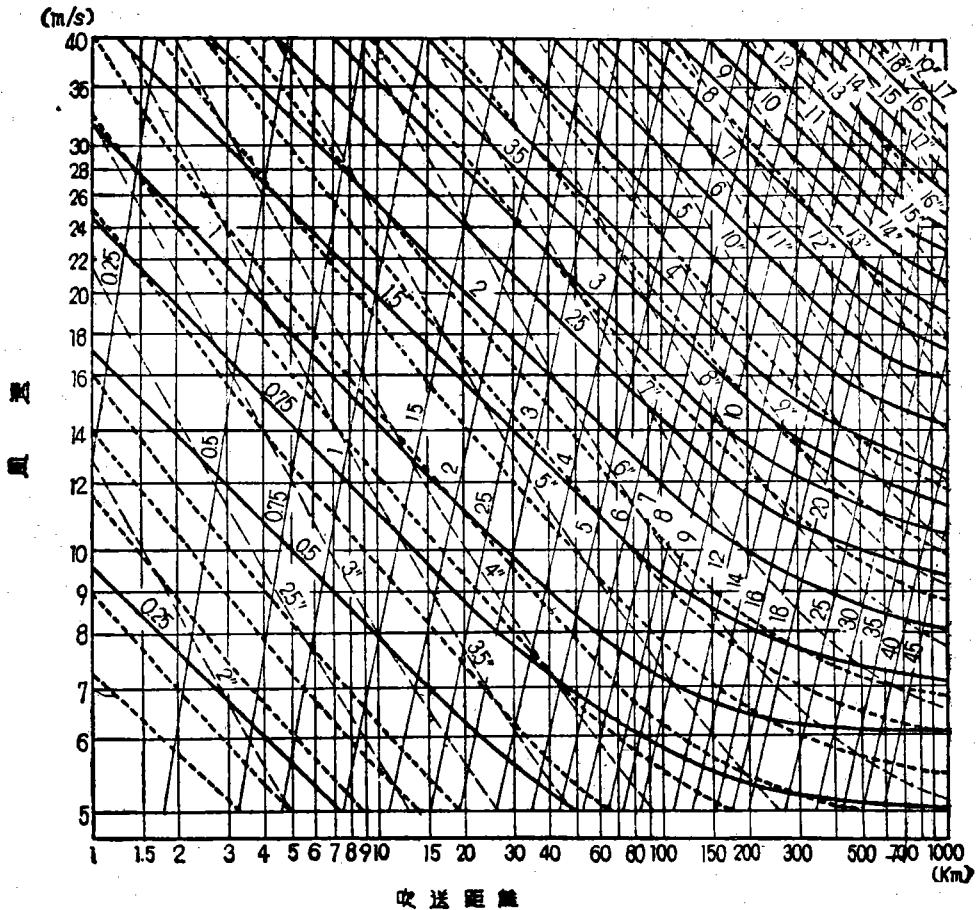


그림 3. 風波의 豫知曲線

[계산 예]

Ex 1, 風速 $U=30\text{m/sec}$, 吹送距離 $F=100\text{km}$ 의 境遇 波高 및 周期를 求하면 그림 3 으로부터 縱軸 100의 風速線과 橫軸의 吹送距離의 線과의 交點을 求하면 波高를 나타내는 實斜線으로부터 有義波高 $H_{1/3}=6.0\text{m}$ 周期 $T_{1/3}=10.0\text{sec}$ 를 求할수있다.

Ex 2, 風速 $u=10\text{m/sec}$, 吹送距離 $F=200\text{km}$ 吹送時間 $t=20\text{hr}$ 의 境遇의 波高 및 周期를 求하면 風速과 吹送距離를 갖이고 위와같이 $H_{1/3}=2.7\text{m}$ $T_{1/3}=9.5\text{sec}$ 를 求하고 다음에 風速과 吹送時間으로부터 吹送時間의 直線(斜直線)을 써서 $H_{1/3}=2.3\text{m}$ $T_{1/3}=7.8\text{sec}$ 를 얻을 수 있다.

이들 兩者를 比較해서 적은 쪽 即 $H_{1/3}=2.3\text{m}$ $T-H_{1/3}=7.8\text{sec}$ 를 實際로 일어나는 物결로한다.

2. Willson's & S-M-B Method,

(가) 深海部 物결의 計算

① 灣 및 內海의 境遇

Fetch가 陸地로서 制約을 받는 깊은 灣 및 內海의 境遇 物결의 計算法으로서 Fetch 線上에서 風速이 場所의으로나 時間的으로 變化하지 않고 一定值의 境遇에는 S-M-B法에 依하면 좋으나 다음 方式에 依하여 風速, 對岸距離 또는 吹續時間으로부터 波高 및 周期를 求하면 좋다.

Fetch 線上의 風速이 場所의으로는 一定하나 時間的으로 變化하는 境遇에는 從來 等 Energy 線法 ($H: T^2=一定$)을 使用하여 왔으나 여기에 紹介코저 하는 Willson's 法에 依한 方法이 合理的이다.

Energy 等線法은 一波長의 Energy 가 連續的으로 變化하고 P.N.J. 法은 單位面積當의 Energy 가 連結하는 것으로하며 Willson 法은 物결이 進行하므로써 波高 및 周期가 各各 變化하는 것으로 取扱한 利點이 있기때문이다.

Willson 法은 風域內의 一點에서 發生한 物결이 進行될때 바람으로부터 Energy 를 받아들여 成長되는 過程을 圖式的으로 求하는 것이다. 即 風域이 移動해서 風速이 場所의으로나 時間的으로도 變化하는 境遇의 算方計法으로서 其 方法과 順序는 表과같다 表에서

㉑ 時刻欄에 바람의 觀測時刻를 記入하고 U欄에는 觀測된 風速을 記入한다. 이 境遇 바람은 時刻를 通하여 一定風速으로 부는것으로 한다.

即 3, 4, 5시에 風速이 各各 10, 15, 20m/sec 였다고 하면 2.5~3.5시에는 10m/sec, 3.5~4.5시에는 15m/sec, 4.5~5.5 시에는 20m/sec 의 바람이 부는

것으로한다.

㉒ T' , H' , F' , t' 는 各各 1段階前의 周期, 波高 相當對岸距離, 相當吹續時間으로서 計算出發時刻에 있어서는 0 이다.

㉓ t 는 相當吹續時間으로서 $t'+\Delta t$ 이다. Δt 는 바람의 觀測時刻間隔) Δt 를 1時間으로 하면 計算出發時刻 t' 가 이 0므로 t 는 1時間이 된다.

㉔ F_T 는 其時刻에 있어서 t 와 U 로부터 求하여지는 相當對岸距離이다. 그림 4. 曲線에 依해서 t, U 에 對應하는 F_T 를 읽으면 된다.

F_T 가 求하여지면 F'_T 와의 差 $\Delta F=F_T-F'_T$ 를 計算해서 本欄에 記入한다. 計算出發時刻에 있어서의 F'_T 는 0이므로 ΔF 는 F_T 와 같다(㉕)

㉕ x 는 物결의 到達距離로서 ΔF 의 加積에 依한다. 計算出發時刻의 x 值는 其時刻에 있어서의 ΔF 이다(㉖)

㉖ F'_H 는 其時刻의 U 와 1段階前의 波高 H' 로부터 求하여지며 波高計算을 爲한 相當對岸距離이다.

그림 5의 波高 對岸距離曲線으로부터 H' 와 U 에 對應하는 F_H 의 值를 읽어 F'_H 를 求한다. 計算出發時間에 있어서의 H' 는 0이므로 F'_H 는 0이다.

따라서 F'_H 에 ΔF (㉕)를 加한 값 F_H 를 記入한다 計算出發時刻에 있어서 F'_H 는 0이므로 F_H 는 ΔF 와 같다(㉗).

㉗ 그림 6. F_T (㉒), $u(u_1)$ 에 依한 T (㉘)를 그림 5. F_H (㉓), $u(u_1)$ 에 依한 波高 H (㉙)를 各各 읽는다.

㉘ 以下 같은 方法으로 時刻에 따라 計算을 하여 時刻 9.0시에 있어서와 같이 x 의 值(㉚)가 對岸距離 x_0 보다도 크게 될때가있다. 이와같은 境遇 ΔF 以後의 計算方法이 若干 變하여진다. 即 ΔF 는 x_0 로부터 到達時刻 8.5시에서 x (㉛)를 減한 값으로한다. (㉛), 그리고 9.0시의 $U(U_4)$ 와 $T'(㉜)$ 와 그림 6에 依하여 求한 F'_T (㉝)에 이 ΔF (㉞)를 加한 값을 F_T 로 한다(㉞) 이 F_T (㉞)와 $U(U_4)$ 와 그림 4.로부터 t 를 읽는다(㉟).

8.5시에 t (㉟)로부터 t' (㉡)를 減한 값을 加하여 到達時刻으로 한다(㉡), H' (㉢), $U(U_4)$, 그림 5에 依한 F'_H (㉣)에 ΔF (㉞)을 加한 값을 F_H (㉣)로한다. F_T (㉞), $U(U_4)$, 그림 6에 依하여 T (㉟)를 얻고 F_H (㉣), $U(U_4)$, 그림 5에 依하여 H (㉤)를 求한다.

㉙ 外洋의 境遇

前述 ㉑과 같은 方法으로 計算은 進行하나 同一時刻에 있어서도 Fetch 線上의 風速은 分布되는 點

이 다르다. 따라서 계산은 다음표에 表示된 樣式에 따라 以下의 順序대로한다.

㉑ 時刻의 欄에 바람의 計算時刻을 記入한다. U 의 欄에는 計算風速을 記入한다. 이때의 바람은 그 時刻을 通하여 一定風速이 부는것으로한다.

㉒ T' , H' , F' , t' 는 前項의 境遇即 灣과 內海의 境遇와같이 計算出發時刻(0時)에 있어서의 0이다.

㉓ t' 는 0, Δt 는 3.0時間 間隔으로 하였으므로 計算出發時刻의 t 는 3.0時間이다.

㉔ 그림 4에 依하여 $t=3.0$ 時間, U_1 에 對應하는 F_T 의 値를 求한다(①), $\Delta F = F_T - F_T'$ 로서 計算出發時刻에서는 F_T' 는 0이므로 ΔF 는 ①과 같다.

㉕ $x = \Sigma \Delta F$ 이므로 計算出發時刻에 있어서 x 値는 ①과 같다.

㉖ 計算出發時刻에서는 $H' = 0$ 이므로 $F'H = 0$ 이며 $F_H (= F_H' + \Delta F)$ 는 ①의 값과 같다.

㉗ 그림 6, U_1 , ①에 依하여 T 의 값(②)을 求한다. 그림 5, U_1 , ①에 依하여 H 의 값(③)을 求한다. u_1 의 風速이 0.0~1.5時 까지 불었다고하면 到達時刻은 1.5時이다.

㉘ 이때 3時에 있어서의 風速은 u_2 (例를들어 1.5~4.5時)이다. T' 에 ②를 記入하고 H' 에 ③을 記入한다. 그림 6, ②, u_2 에 依한 F_T 로(④)를 求한다. 그림 4, ④, u_2 에 依하여 F_T (⑦)를 求한다. ΔF (⑧)은 ⑦로부터 ④를 빼낸 값이다. ①에 ⑧을 加해서 x (⑨)로 한다. 그림 5, ③, u_2 에 依한 $F'H$ (⑩)를 求하고 여기에 ⑧을 加해서 F_H (11)로 한다. 그림 6, ⑦, u_2 에 依해서 T (12)를 求한다. 그림 5, ①, u_2 에 依해서 H (13)를 읽는다. 到達時間은 4.5時가 된다.

㉙ 以下 같은 方法으로 計算하면 되나 9時的 바람 即 到達時刻 7.5時에 있어서의 x (19)는 $p_0 \sim p_1$ 의 區間長보다도 점점 커지게 된다.

이때에는 前項 灣과 內海의 境遇와 같이 t 時間으로부터 計算을 다시 始作한다. 即 區間長 x_0 로부터 ⑩를 빼낸 값을 ΔF (20)로 한다. ⑩에 20을 加한 값을 x (21)로 한다. ⑩에 20을 加한 값을 F_T 로(22)로 한다. 그림 4, 22, u_3 에 依하여 t (23)을 求한다. 1段階前의 到達時刻(4.5時)에 23으로부터 ⑩를 빼낸 값을 加한것을 P_1 點까지의 到達時刻(24)으로한다. 그림 5, ⑩, u_3 로부터 $F'H$ (25)를 求한다. 25에 20을 加해서 F_H (26)으로하고 그림 6, 22, u_3 로부터 T (27)를 求한다. 그림 5, 26, u_3 로부터 H (28)를 求한다.

㉚ 다음 區間 $p_1 \sim p_2$ 의 計算出發時刻에 있어서의 T' , H' 의 값은 $P_0 \sim P_1$ 區間的 끝이므로 P_1 의 到達

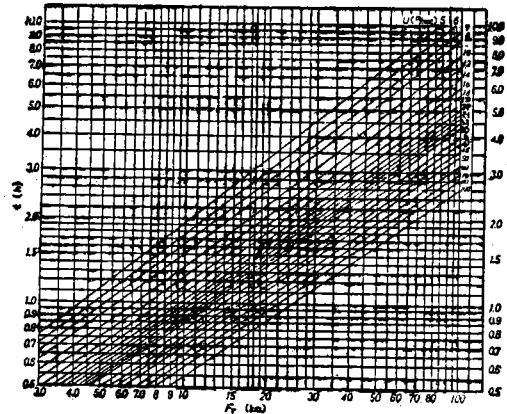
時刻에 있어서의 ㉗, ㉘을 記入한다.

같은 方法으로 表2에 記入된 順序에 따라 計算을 進行한다. 이와같이해서 所要地點까지 計算하면 前項 灣과 內海의 境遇와 같이 計算出發時刻을 잡아서 計算한다. 其 時間間隔은 天氣圖의 精度에 따라 時間程度로 充分하다.

㉛ 이와같이하여 計算해 가는 途中에서 그림 7의 點으로부터 海岸側의 海域에서 바람이 불지 않는 것으로 한다. P_n 點이 表2의 P_1 이라고 하면 물결 計算用的 Fetch 終端波高 H_F 와 ㉜, Fetch 終端周期 T_F 는 ㉗, 이때의 最少 Fetch F_{min} 는 ㉜이다. D 를 PO 間의 距離(減衰距離)로 해서 그림 8로부터 T_D / T_F , H_D / H_F 를 읽고 이 값에 各各 ㉗ 및 ㉜을 加해서 周期 T_D 및 波高 H_D 를 얻는다.

到達時間은 그림 9로부터 T_D 와 D 에 對應한 t_D 의 값으로서 物결의 觀測地點에 對한 到達時刻은 ㉜에 t_D 를 加한 것이된다.

㉜ 以上의 T , H , 到達時刻의 計算結果를 灣과 內海의 境遇와 같이 有義波의 相當 深海波高로 換算해서 記入한다.



(a) $t \cdot u - F_T$

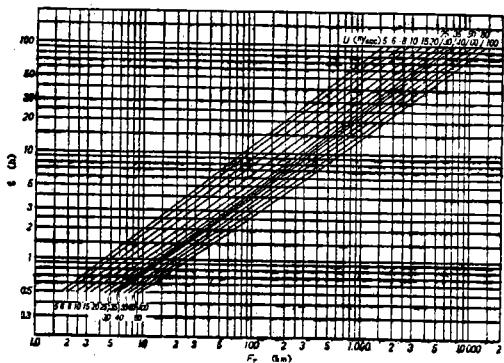


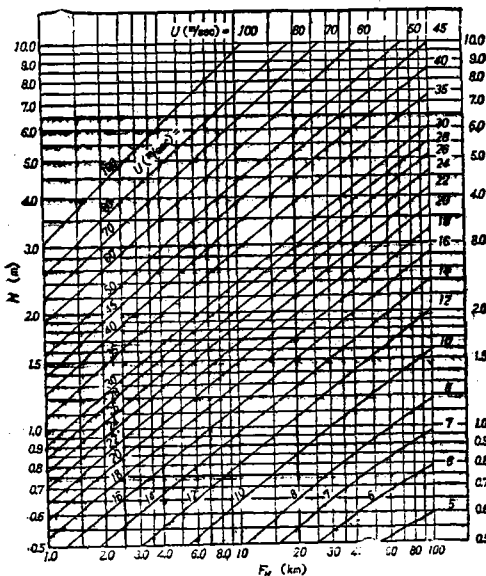
그림 4. (b)

表-1.

| 時刻 時 | u m/sec | T' (段階前 의 T) | H' (段階前 의 H) m | F'_R ($T'u$ 에 의한 F_R) km | t' ($F'_R u$ 에 한 t) hr | t ($=t'+\Delta t$) hr | F_R ($t.u$ 에 한 F_R) km | ΔF ($=F_R - F'_R$) km |
|---------|--------------|-------------------------|------------------------------|---|---------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 3:0 | u_1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | ① (1.0, u_1 그림 4) | ① |
| 4:0 | u_2 | ② | ③ | ④ (②, u_2 , 그림 6) | ⑤ (④, u_2 , 그림 4) | (=⑤+1.0) | ⑥ (⑥, u_2 , 그림 4) | ⑧ (=⑦-④) |
| S | | | | | | | | |
| 8:0 | u_3 | ⑫ | ⑬ | ⑭ (⑫, u_3 , 그림 6) | ⑮ (⑬, u_3 , 그림 4) | (=⑮+1.0) | ⑰ (⑰, u_3 , 그림 4) | ⑲ (=⑱-⑭) |
| 9:0 | u_4 | ⑳ | ㉑ | ㉒ | ㉓ | ㉔ (㉒, u_4 , 그림 4) | ㉖ (=㉕+㉑) | ㉘ (x_0 -⑲) |

表-2.

| 區間 | 時刻 時 | u m/sec | T' ssec | H' m | F'_R km | t' hr | t hr | F_R km |
|--------------------|---------|--------------|--------------|-----------|------------------------|------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| P_0 | 0:0 | u_1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | ① (3.0, u_1 , 그림 4) |
| P_1 (x_0) | 3:0 | u_2 | ② | ③ | ④ (②, u_2 , 그림 6) | ⑤ (④, u_2 , 그림 4) | (=③+⑤) | ⑦ (⑥, u_2 , 그림 4) |
| | 6:0 | u_4 | ⑫ | ⑬ | ⑭ (⑫, u_4 , 그림 4) | ⑮ (⑬, u_4 , 그림 4) | (=③+⑮) ⑳ (㉒, u_4 , 그림 4) | ⑲ (⑱, u_4 , 그림 4) ㉓ (=㉒+㉑) |
| P_2 (x_0) | 6:0 | u_4 | ㉑ | ㉒ | ㉓ (㉑, u_4 , 그림 6) | ㉔ (㉒, u_4 , 그림 4) | (=㉑+7.5-㉒) ㉕ | ㉖ (㉕, u_4 , 그림 4) |
| | 9:0 | u_6 | ㉘ | ㉙ | ㉚ (㉘, u_6 , 그림 6) | ㉛ (㉙, u_6 , 그림 4) | (=㉑+㉛) ㉜ (㉜, u_6 , 그림 4) | ㉝ (㉝, u_6 , 그림 4) ㉞ (=㉞+㉞) |



(a) $F_R u - H$

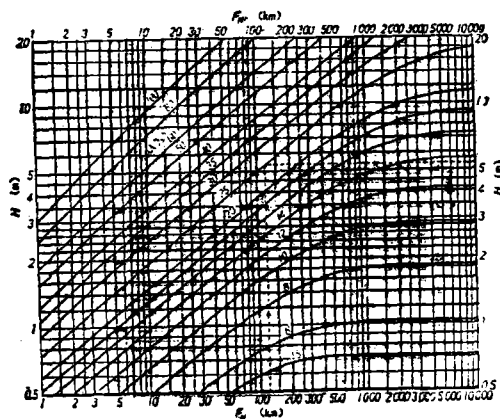


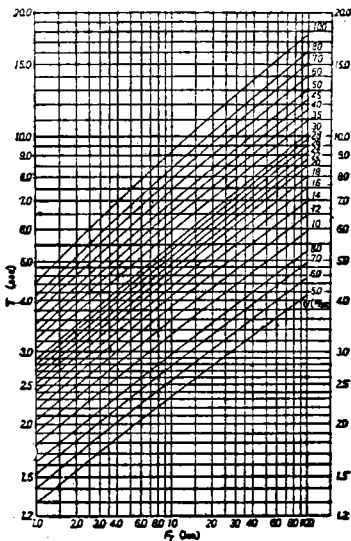
그림 5. (b)

境 遇 의 計 算 樣 式

| $F'H$ ($H'u$ 에 의한 F_H) km | F_H ($=F'+\Delta F_H$) km | T (F_T, u 에 의한 T) sec | H (F_H, u 에 의한 H) m | x ($=\Sigma \Delta F$) km | 到 達 時 間 時 |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| 0.0 | ① | ② ($u_1, ①$. 그림 6) | ③ ($u_1, ①$. 그림 5) | ① | 3.5 |
| ⑩ (③, u_1 . fig 5) | ⑪ ($=⑩+⑧$) | ⑫ (⑦, u_1 . 그림 6) | ⑬ (④, u_1 . 그림 5) | ⑨ ($=①+⑧$) | 4.5 |
| S | | | | | |
| ⑳ (⑬, u_1 . fig 6) | ㉑ ($=㉑+⑬$) | ㉒ (⑯, u_1 . 그림 6) | ㉓ (⑰, u_1 . 그림 5) | ㉔ ($=⑨+⑬$) | 8.5 |
| ㉕ (㉒, u_1 . fig 5) | ㉖ ($=㉕+㉑$) | ㉗ (㉒, u_1 . 그림 6) | ㉘ (㉑, u_1 . 그림 5) | ㉙ ($=㉔+㉑$) ㉚ ($=x_0$) | x_0 ($=8.5+㉑-㉕$) |

計 算 樣 式

| ΔF km | $F'H$ km | F_H km | T sec | H m | x km | 到 達 時 間 時 |
|--------------------------------------|------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|--------------------|
| ① | 0.0 | ① | ② ($u_1, ①$. 그림 6) | ③ ($u_1, ①$. 그림 5) | ① | 1.5 |
| ⑧ ($=⑦-④$) | ⑩ (③, u_1 . 그림 5) | ⑪ ($=⑩+⑧$) | ⑫ (⑦, u_1 . 그림 6) | ⑬ (④, u_1 . 그림 5) | ⑨ ($=①+⑧$) | 4.5 |
| ⑱ ($=⑰+⑭$) ⑳ ($=x_0-⑨$) | ㉑ (⑬, u_1 . 그림 5) | ㉒ ($=㉑+㉑$) | ㉓ (㉑, u_1 . 그림 6) | ㉔ (㉑, u_1 . 그림 5) | ㉕ ($=⑨+㉑$) ㉖ ($=f_0$) | ㉗ ($4.5+㉑-⑱$) |
| ㉘ ($=㉒-㉑$) | ㉙ (㉑, u_1 . 그림 5) | ㉚ ($=㉙+㉑$) | ㉛ (㉒, u_1 . 그림 6) | ㉜ (㉑, u_1 . 그림 5) | ㉝ | 7.5 |
| ㉞ ($=㉜-㉛$) ㉟ ($=x_0-㉛$) | ㊱ (㉑, u_1 . 그림 5) | ㊲ ($=㉙+㉟$) | ㊳ (㉒, u_1 . 그림 6) | ㊴ (㉑, u_1 . 그림 5) | ㊵ ($=㉝+㉟$) ㊶ ($=x_0$) | ㊷ ($7.5+㉙-㉛$) |



(a) $F_r, u-T$

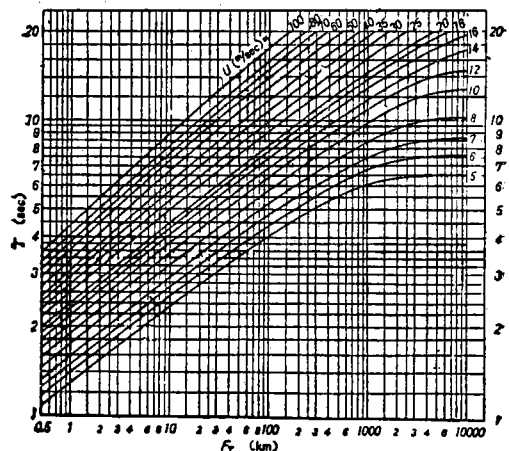


그림 6. (b)

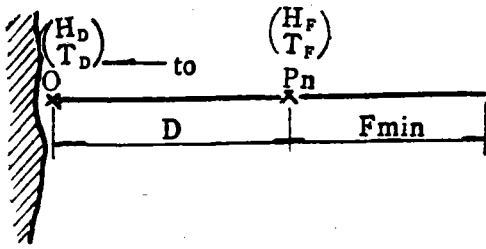
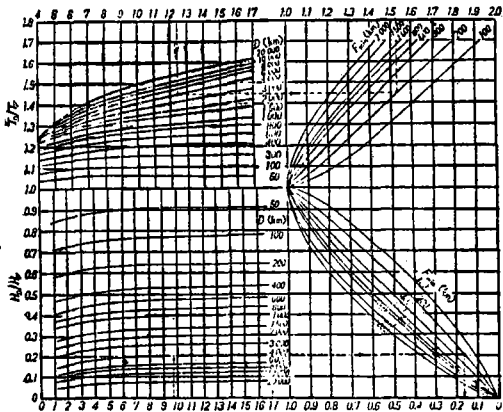


그림 7. 나뭇의 記號

F_{min} 終端의 周期 T_F (sec), D 終端에 있어서의 T_D/T_F



F_{min} 終端의 波高 H_F , D 終端에 있어서의 T_D/T_F

그림 8.

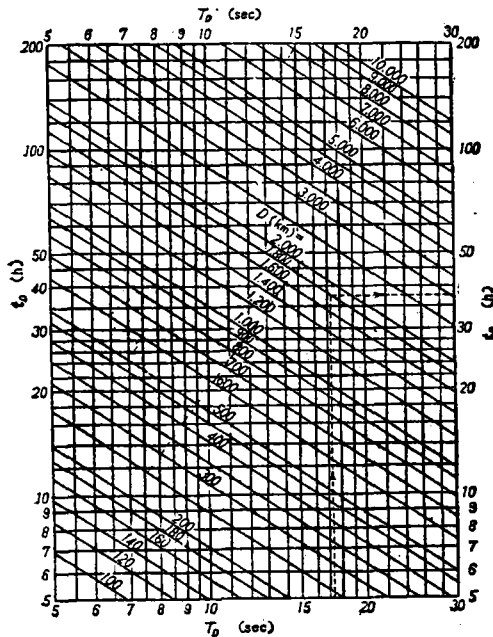


그림 9.

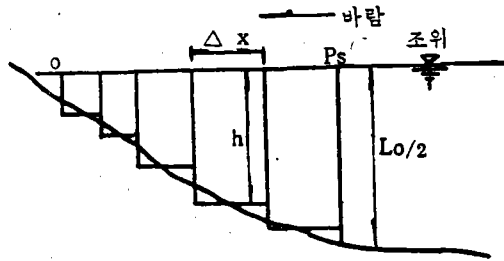


그림 10. 淺海域의 分割法

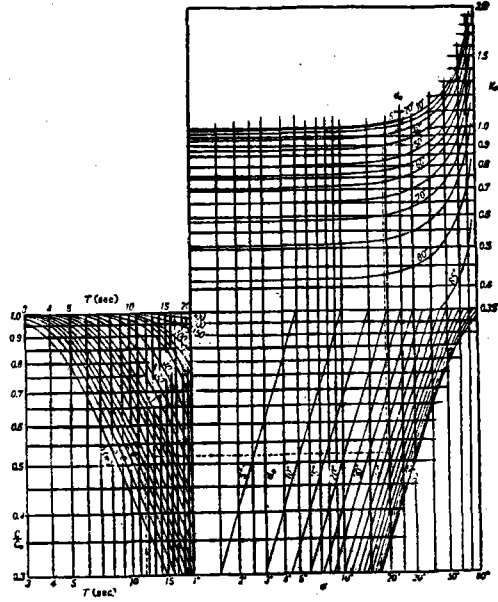


그림 11.

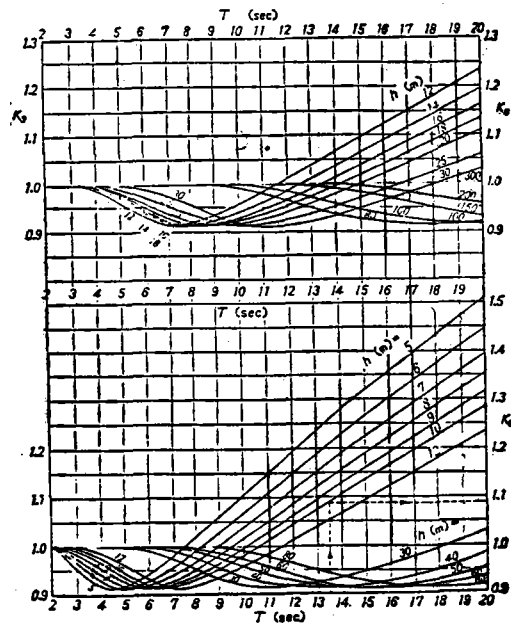
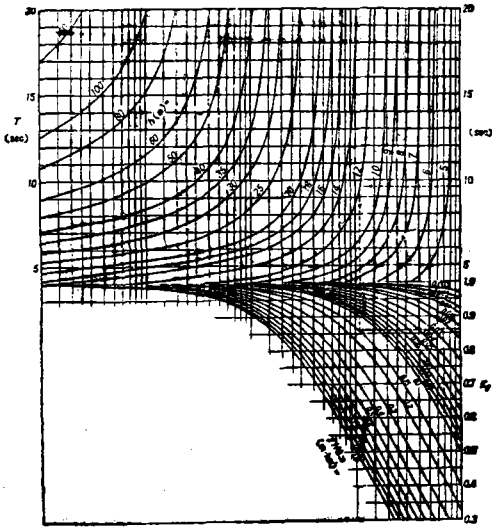


그림 12. K_0 曲線



(a) K_r 곡선

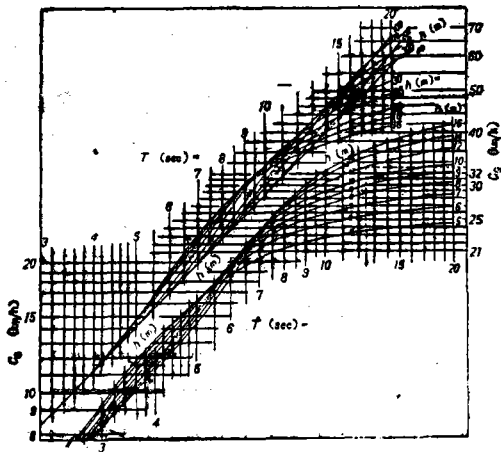


그림 13. (b)

(나) 淺海波의 計算

여기에서 採用된 方法은 Bretschneider 法에 의한 것으로서 이를 深海波의 計算에 使用한 Willson 의 方法과 結續되지 않는 點이 있으나 現在로서는 이에 合理的인 方法이 없으므로 本計算方法이 適當하다고 여겨진다. 風速, 水深의 變化하는 境遇의 計算은 Willson 法과 Bretschneider 法과를 組合하면 좋으나 一定水深의 淺海域에 一定 速度의 바람이 불을 境遇의 有義波高는 Bretschneider 的 淺海波推定圖表를 使用하면 簡便하다. 여기에서는 既往에 使用例가 많으므로 이를 省略하고 變形要素를 갖인 境遇물결의 推定方法에 對하여 適用方法을 順序에 따라 詳細히 紹介코져 한다.

① Fetch 線을 나누워서 그림 10과 같이 海底斷面圖를 作成한다. 이때의 水位는 計劃潮位로 하고 淺

海域地點 가지로 한다.

② 淺海域을 定한다. 地點 0가 外洋에 面해 있는 境遇는 前述한 深海波의 計算을 해서 가장 큰 周期를 골라 深海波長 L_0 를 計算한다. $\langle L_0 = 1.56T^2 \text{ m} \rangle$

$L_0/2$ 의 水深을 그림 10으로 부터 求하고(P_s 地點) 그로부터 海岸側을 淺海域(OP_s)으로 하고 OP_s 間을 2~5km 間隔의 區間으로 만든다.

이때 水深이 깊을 때는 區間長을 크게하고 水深이 얇을 때에는 區間長을 적게하는 것이 좋은 結果를 얻을 수 있다. 이들 區間의 平均水深 h 를 各各 求한다.

灣과 內海의 境遇와 같이 對岸이 陸地로 限定되어 있을 境遇의 淺海域의 決定에는 略算을 한다. 即線上에서 測定된 對岸距離 F 와 假定한 平均風速을 使用해서 그림 4. 로부터 吹襲時間 t 를 求하고 對象風速이 가장 크다고 여기는 t 時間內에 부는 自乘平均風速을 求한다. 이 風速과 F 를 使用해서 그림 6. 로부터 T 를 求하여 L_0 로 計算한다. $L_0/2$ 의 地點로 부터 地點 0까지를 淺海域으로 하여 前과 같이 區間에 對한 平均水深을 求한다.

③ P_s 點까지 灣과 內海의 境遇와 外洋의 境遇에서 記述한 計算을 해서 P_s 에서의 波高, 周期, 到達時間을 求한다.

④ 表 3 樣式에 依據 計算을 進行한다. 時刻欄에는 表 1 (表 2에서도 同)의 ㉔를 記入한다. (㉑)는 點 P_s 에 深海波가 到達한 時刻이므로 P_s 點을 深海波의 計算의 終點의 것으로 한다.

이 時刻에 對한 風速(u_1)을 記入하고 T_1 과 H_1 은 그 時刻에 P_s 에 到達한 深海波의 周期와 波高로서 各各 表 1의 ㉕ 및 ㉖의 값이다. (㉒ 및 ㉓), Δx 와 h 는 各各 區間 P_s, P_{s1} 에 對한 區間長 및 平均水深이다(㉔ 및 ㉕).

⑤ P_s, P_{s1} 의 平均的 等深線과 Fetch 線 直交線과 이루는 角度 α_0 를 求한다. T_1 (㉒), h (㉓)와 α_0 로 부터 그림 11에 依해 屈折係數 K_r (㉖)을 求한다. T_1 (㉒), h (㉓), 그림 12로 부터 淺水度係數 K_s (㉗)를 求한다.

H_1 (㉓)에 K_r 와 K_s 를 써서 H (㉘)를 求한다. 이 H 에 海底摩擦係數 f 와 Δx (㉔)를 곱해서 ㉙로 한다. f 는 海岸에 따라 달라지는 變數이나 大概 0.01이 使用된다. T_1 (㉒), h (㉓), fH Δx (㉙), 그림 13에 依해 波高減衰係數 K_f (㉚)를 求한다. H_1 (㉓)에 이 K_f 와 K_r (㉖)를 곱해서 H' (㉛)로 한다.

⑥ H'_1, U_1 , 그림 5로 부터 F' (㉜)를 求한다. $F' u_1$, 그림 6으로 부터 T' (㉝)를 求하고 F' (㉜)에 ΔX (㉔)를 加한다(㉞) 이 $F'+\Delta x$ 와 u_1 그림 5로 부터

H_1 (15)를 求한다. 이 H_1 는 P_{s1} 에 있어서의 相對 深海波高이다.

⑦ $F'+\Delta x$ (14), u_1 , 그림 6으로부터 T'_1 를 求한다 이 T'_1 와 $T'(13)$ 과를 平均하면 P_{s1} 에서의 周期 T_1 (17)를 얻는다.

⑧ T_1 (17)과 T_2 (17)와의 平均을 T (19)로 한다. 이 T 와 h (5), 그림 14로부터 群速度 C_G (18)를 求한다. ΔX (4)를 이 C_G 로서 나눈 값을 dt (20)로 한다.

到達時刻는 ①에 dt 를 加한 값(21)이다.

⑨ 다음 區間始點에 있어서의 물결의 諸元은 前 區間的 終點이므로 P_{s1} 의 물결의 諸元과 같다.

따라서 區間 P_{s1} , P_{s2} 에 있어서의 時刻는 前區間的 到達時刻 ②를 記入한다. 이 時刻에 있어서의 風速을 u_2 라 한다. T_1 은 前區間的 T_2 (17) 이므로 H_1 은 前區間的 H_2 (15)이다.

以後는 P_s , P_{s1} 과 같은 方法으로 計算한다.

⑩ 이와같이 해서 最終區間的 終點인 所要地點 0까지 計算한다.

表-3. 淺海의 風波計算樣式

| 區間 | 時刻 時 | u m/s | T sec | H_1 m | Δx km | h m | α_0 0 | K_r | K_s | H m | $fH\Delta x$ m.km | Kf | H_1' m |
|------------------------|----------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------------|---------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------------|
| P_s { P_{s1} | ① 表 1의 時 | u_1 | ③ 表 1의 37 | ③ 表 1의 38 | ④ | ⑤ | ⑤' | ⑥ ②, ⑤, ⑤', 그림 11 | ⑦ ②, ⑤ 그림 12 | ⑧ = ⑥ × ⑦ = ⑧ × ⑦ × ③ | ⑨ = ⑧ × ⑦ = ⑧ × ⑦ × ④ | ⑩ ②, ⑤, ⑨, 그림 13 | ⑪ = ⑩ × ③ × ⑥ |
| | ② | u_2 | ⑦ | ⑬ | ⑫ | ⑫ | ⑬' | ⑭ | ⑮ | ⑯ = ⑭ × ⑮ = ⑭ × ⑮ × ⑤ | ⑰ = ⑭ × ⑮ = ⑭ × ⑮ × ④ | ⑱ ⑬, ⑮, ⑰, 그림 13 | ⑲ = ⑱ × ⑥ × ⑥ |
| 區間 | 時刻 時 | F' km | T' | $F'+\Delta f$ km | H_2 m | T'_1 sec | T_2 sec | T sec | C_G km/rh | dt hr | 到達時刻 時 | | |
| P_s { P_{s1} | | ⑫ ⑪, u_1 그림 5 | ⑬ ⑬, u_1 그림 6 | ⑭ = ⑫ + ④ | ⑮ ⑮, u_1 그림 5 | ⑯ ⑭, u_1 그림 6 | ⑰ = 1/2(⑬ + ⑯) | ⑱ = 1/2(⑱ + ⑰) | ⑲ ⑤, ⑬, 그림 14 | ⑳ = ④/⑱ | ㉑ = ① + ㉑ | | |
| | | ㉒ ⑲, u_2 그림 5 | ㉓ ⑲, u_2 그림 6 | ㉔ = ㉒ + ㉒ | ㉕ ⑲, u_2 그림 5 | ㉖ ⑲, u_2 그림 6 | ㉗ = 1/2(㉓ + ㉖) | ㉘ = 1/2(㉗ + ㉘) | ㉙ ⑲, ㉓, 그림 14 | ㉚ = ㉒/㉙ | ㉛ = ㉑ + ㉛ | | |

Ⅱ. 結 言

바람에 起因하여 發達되는 물결의 크기를 推定하는 方法은 只今까지 紹介된 方式以外에도 그 幅은 多樣하고 無數하다. 다시 말해서 其間에도 數없이 많은 方法이 發表되고 使用되어 왔고 研究對象이 되어 왔다는 事實은 이를 支配하는 要因이 不整然한 自然現象 이기에 斷定지을수있는 固定方式이 있을 수 없기때문일 것이다.

어느 實驗者는 波高는 風速에 關係된다고 하였는가 하면 對岸距離에 關係된다. 또는 對岸距離와 風速에 起因된다고 하여 이들에만 依據된 方法이 從來 많이 使用되어 왔다. 그러나 最近에 이르러서는 上記 諸要素以外에도 水深과 吹送時間 또는 水底狀態等因子를 考慮하여 물결이 Energy를 주고 받는 동안에 發達되어지는 過程을 展開하는데 까지 比較的 合理的인 方法이 研究 實驗發達된 것이다.

對岸距離가 限定되고 水深이 一定하거나 河床勾

配가 一定하게 發達되어있는 地點에서는 現在 一般的으로 使用되고 있는 Bretschneider 法에 依하여 簡單히 波高를 推定하였으며 (從來使用例가 많으므로 本題에서는 言及치 않았을) 貯水池內 및 小規模干拓地等에서는 Mortor 公式 또는 Stevenson 公式이 普便的으로 利用되어 왔으나 對岸距離가 無限대이거나 水底狀의 變化가 있고 바람의 吹送狀態가 不整然한 態選 이를 觀測調査 資料를 蒐集 利用하여 보다 合理的인 波高를 推定하기에는 本論題에서 詳細히 紹介한 Willson's & S-M-B 法을 混用하면 좋을 것이다.

筆者는 越南國 Go-Cong 地區 水利開發計劃 基本調查當時 對岸距離(吹送距離)가 無限대인 南支那海에 沿하여 築堤計劃된 南支那海防潮堤計劃에 必要한 波高를 本方式에 依據 推定하고 同一地點에서 調查期間동안에 實測한 結果로부터 同上推定值가 適定值임을 알았다.

其他 屈折, 海底摩擦, 回折等 自然要素에 依據하여 變化되기도 하나 이는 特殊地形 및 條件에 依한 것 이므로 省略기로 한다.