

1. 概要

前報¹⁾では1/10海岸勾配に波形状勾配0.03の波が入射する場合のみを実験し、海岸地下水位の上昇量は深海波高の0.4倍(wave set-upにおけるKの値で0.3)にも達し、地下水位の境界条件に大きい影響を与えることも見出すとともに、防波堤設置により、この海岸地下水位上昇を有効に防止できることを報告した。本報告では、波形状勾配と海岸勾配が地下水位上昇にどのように影響するかを詳細に検討する。

2. 実験およびその結果

幅0.5m、長さ14m、水平部水深50cmの造波水路に、中央粒径0.81mmの自然砂で図-1に示す初期勾配の5種類の模型海岸を設置し、汀線および陸上部の5～6地点に地下水位観測用の模型井戸を設けた。実験計画波は波形状勾配が0.01～0.06の6種類で、いずれも碎波水深が90cmとなるものである。造波開始と同時に抵抗線式波高計で入射波を記録し、40分後にサーボ水位計で各井戸中の水位上昇量を測定するとともに、波の打上げ高を目視測定した。このようにした理由は、波による海岸形状変化と地下水位上昇とを決定するのにこれだけの時間が必要であることを予備実験で確かめたからである。図-1に各勾配の海岸における地下水位上昇量分布を示す。このように碎波水深を一定とすれば、波形状勾配が小さいほど水位上昇は大きい²⁾が、佐伯のwave set-upの実験結果と同様に海岸勾配1/30では H_0/L_0 に関係なくほぼ一定になる。また、打上げ高頂点に位置する井戸4地点で水位上昇はほぼ最大になるようである。この地点より陸側で地下水位が低下する理由は、海岸底層部に戻り流れが存在するためと推定される。したがって以下では地下背水曲線の算定基準にあると思われる井戸4地点のみを取り上げる。

3. wave set-upによる検討

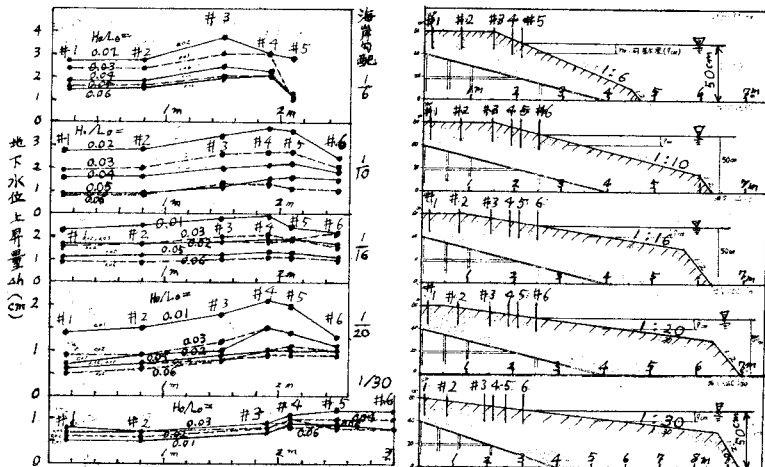


図-1 初期海岸形状および地下水位上昇量分布

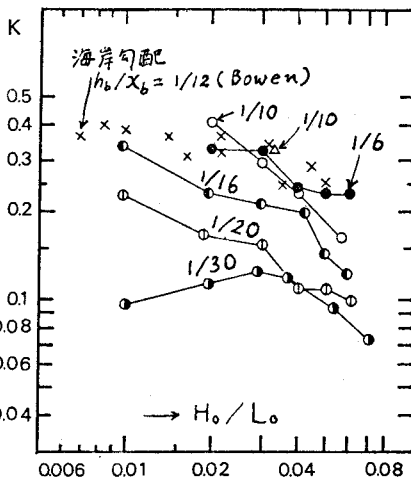


図-2 波形状勾配の影響

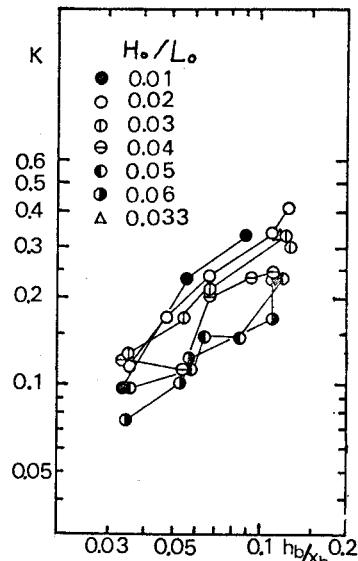


図-3 海岸勾配の影響

海岸地下水位上昇量 Δh と汀線での wave set-up 量が等しいと考えると、 $\Delta h / x_b = K \cdot h_b / x_b$ が成立する。 h_b は砕波水深、 x_b は砕波点と汀線との水平距離である。定数 K と海岸勾配 h_b / x_b 、波形勾配 H_0 / L_0 との関係を求めるため、実験値を整理した結果が図-2 および図-3 である。これらによれば、 $K \approx 0.34 (h_b / x_b)^{0.87} (H_0 / L_0)^{-0.49}$ の関係があり、海岸勾配にほぼ比例して K は大きくなり、波形勾配のほぼ平方根に反比例（海岸勾配 $1/30$ は除く）して小さくなる。

砕波後の波高 H はその地点の水深の一定割合 $\sigma (s + h)$ であると仮定して Bowen³⁾ が導いた $K = (1 + 8/3\sigma^2)^{-1}$ に実験値 K を代入して求めた σ の値を図-4 に示す。図中の破線は Iversen の砕波指標から求めた $\sigma = H_b / h_b$ （砕波点では $\sigma = \frac{H}{s+h}$ である）である。この場合も佐伯の set-up の実験結果と同様に σ は海岸勾配が急なほど大きく、また波形勾配が小さいほど大きく、この波形勾配による σ の散らばりは海岸勾配が緩いと少なくなっている。

図-3 に X 印で併記した Bowen の set-up の実験値と海岸地下水位上昇量とがよく一致すること、および以上の検討結果から、set-up 量と海岸地下水位上昇量とはほぼ等しいものと結論されよう。汀線での set-up 量の測定は困難で、汀線での波形記録を積分平均したり、波形の山と谷との中分点を採ったり、水底での水压記録を底面境界層理論で補正したりなどの努力がなされているのであるが、地下水位上昇現象は比較的安定しているため、これを汀線での set-up 量と定義すれば測定が楽になるものと思われる。

4. 波の打上げ高などによる検討

波の打上げ高 R の実験結果が Saville の仮想勾配法による値と一致したので、水位上昇量 Δh と仮想勾配法による R との比について検討した。その結果、波形勾配や海岸勾配とはほぼ無関係に、 $\Delta h / R = 0.50 \sim 0.64$ （平均値 0.55 ）となった。

さらに、 Δh と深海波高 H_0 との比をとって整理すると図-5 のようになる。この結果によれば、 $\Delta h / H_0 \approx 0.23 (h_b / x_b)^{0.69} (H_0 / L_0)^{-0.56}$ の関係が成立し、海岸勾配が急なほど、波形勾配が小さいほど $\Delta h / H_0$ は大きくなる。

以上のように地下水位上昇量 Δh は打上げ高の約 0.55 倍、深海波高 H_0 の $0.15 \sim 0.55$ 倍にもなるので、わが国によくある $1/10$ 勾配程度の海岸に大きいうねりが入射すると、背後の地下水位は相当量上昇しよう。

5. 付記

実験遂行と資料整理に終始協力頂いた当時学生の田電エンジニアリング 柴垣 博氏、図面作成に御助力頂いた大学院生の島田 雷美男、川村 勇二両君に厚く感謝する。なお、この研究は文部省科学研究費によるものである。

参考文献

- 1) 三井・中村：波浪による海岸地下水位の上昇，年講集，昭. 47, pp. 661~662
- 2) 佐伯・佐々木：砕波後の波の變形に関する研究：20 回海講集，昭. 44.
- 3) Bowen, Inman, Simmons: Wave 'set-down' and set-up, Jour. Geophysical Res., vol. 73, 1968

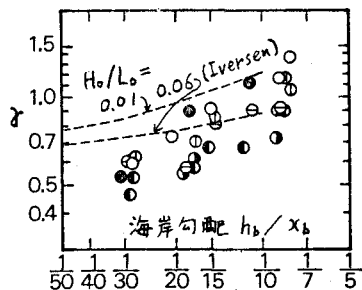


図-4 σ への海岸勾配、 H_0/L_0 の影響

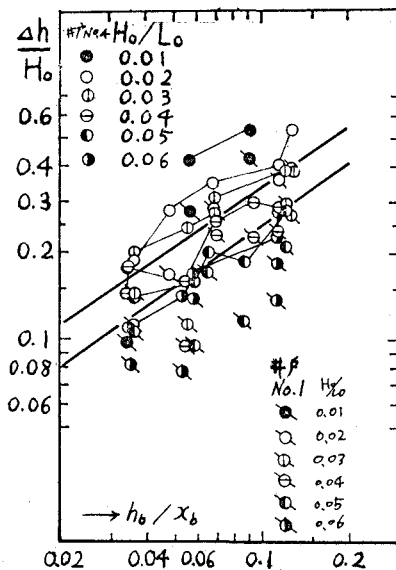


図-5 深海波高に対する Δh の割合