

高潮の共振現象に関する実験的研究

大阪大学工学部 正員 室田 明
 同 大学院 学生員 島田 壮八郎
 同 大学院 学生員 〇岩井 勝彦

高潮発生装置によって発生させる擾乱波の諸特性について前年度関西支部講演会において報告したが今年度はこれらの予備実験の成果にもとづいて高潮の動的変形過程、共振現象ならびに湾形によるその変形等について実験を行った。このうち最も興味深いと思われる共振現象について報告する。

(1) 共振現象について：海底摩擦や偏向力のような二次的要因を無視ししかも気象擾乱がX方向(台風進行方向)のメー一次元的揺れと見做しその気象擾乱関数を次のようにおく。

$$F(X-Vt) = \frac{1}{\rho} (hP_0 - \int_x c_s dx) \quad (1)$$

ここに V : 台風中心の進行速度

P_0 : 水表面における大気圧

c_s : 水表面に作用する風の剪断力

ρ : 海水密度

h : 静水深

この時の高潮の基礎方程式は次のようになる。

$$\frac{\partial^2 \eta}{\partial t^2} - C_0^2 \frac{\partial^2 \eta}{\partial x^2} = \frac{\partial F}{\partial x} \quad (2)$$

ここに η : 静水面からの水位上昇量

C_0 : 長波伝播速度

岸からの反射のない open sea での上式の解は

$$\eta = \frac{1}{2(C_0^2 - V^2)} \left\{ (1 - \frac{V}{C_0}) F(X+C_0 t) + (1 + \frac{V}{C_0}) F(X-C_0 t) - 2F(X-Vt) \right\} \quad (3)$$

これによると台風中心の進行速度 V と長波伝播速度 C_0 が等しいときは理論的には無限大となりいわゆる共振現象をひきおこすといわれている。しかし実際には浅海での海底摩擦の効果、風速風向の不連続性による波動エネルギーの域外逸散等複雑な要因が作用するので上述のような極めて単純なモデルから予想される共振条件については改めて実験的に検討する必要があると考える。

(2) 実験結果とその検討：図-1のような装置を使って $h=20\text{cm}$, $d=10\text{cm}$, 送風機回転数 $\Gamma=1000\text{rpm}$ の条件のもとに波高計と装置の観測板にとりつけて気象擾乱の移行と共に観測板下の波形を観測する移動記録と波高計を水路の上の定点A, B, C, Dに固定して波形を記録する定点観測を行った。なお台車速度は $0.146 \leq V/C_0 \leq 1.2$ の範囲で行った。図-2, 図-3にそれぞれ移動観測と定点観測の波高計位置を示し移動波形記録の代表的なものを示せば図-3の如くである。この図

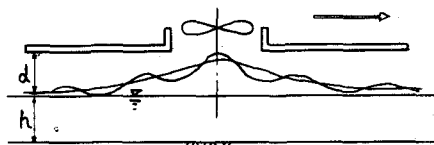


図-1

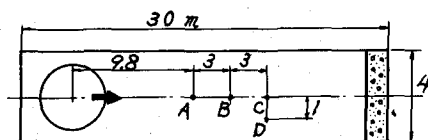


図-2

は観測オシログラムの擾乱波高を1秒間にわたって平均したものをもち平均水位の上昇部分とし図示したものである。これによると平均水位上昇による波形は可成り整正なものとなり $V_C=0.8$ ほど Q_{max} が見られるようである。しかし波形がなにか複雑であるから Q_{max} のみで built-up を議論するのは適当ではない。そこで水位変動の平均的な量として次のようなものを考えた。

$$Q(t) = \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} \eta(x,t) dx, \quad E(t) = \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} \eta^2(x,t) dx \quad (4)$$

ただし L : 台風内域に相当する観測板直径
図-3 をもとに種々の V_C につき Q, E を整理したのが図4, 図-5 である。これらの図からは $V_C=0.8$ のときに $Q,$

E が最大の Peak を示すという事が明瞭に判別出来る。次に定点観測の一例を図-6 に示す。(ここに定点 C, D は波形の二次元的形狀を check するためのものゝ図-6 に見られる如く変動量の大きさは台風中心にあるものが大きく両者の位相は殆んど完全に一致している。) これによるとやはり $V_C=0.8$ において最も強い水位上昇が

もたらされる事が判る。

定点観測波形において

も前述の平均量 Q に A いて整理をするのが妥当である。図-7 にその

結果を示したがやはり $V_C=0.8$ で疑似共振状態 C(実) に入っていることが認められる。

これら近似理論で予想

された $V_C=1.0$ といった共振条件は全く認められぬ。本実験においてはこのように $V_C=0.8$

にて疑似共振状態になるという事が確定的となったがこれについての正確な解釈は今のところわかっていない。進行性波動と気象擾乱からのエネルギー移行との間の相互干渉、あるいは波動エネルギーの域外逸散等の複雑な要因が考えられるがなお不明である。しかしこうした値が極めて明確に認められたのは本実験の大きな成果といえる。

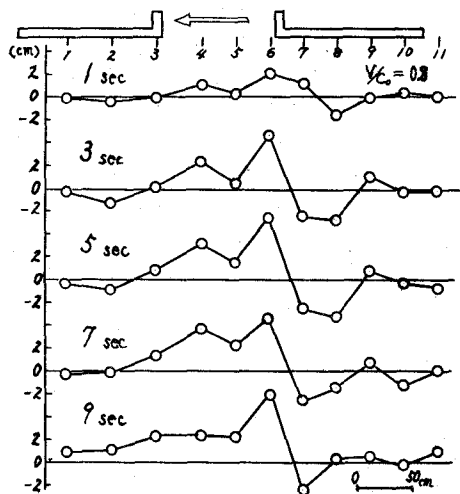


図-3 移動観測におけるその時間的変化

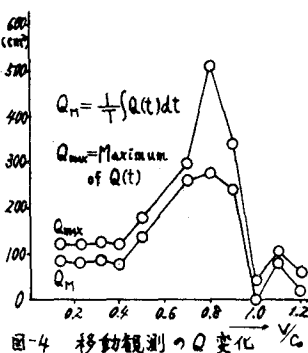


図-4 移動観測の Q 変化 V_C

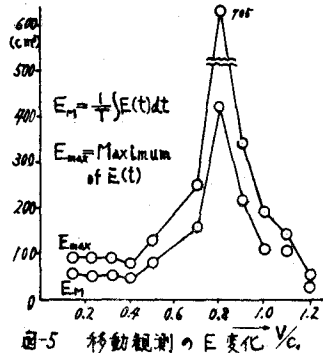


図-5 移動観測の E 変化 V_C

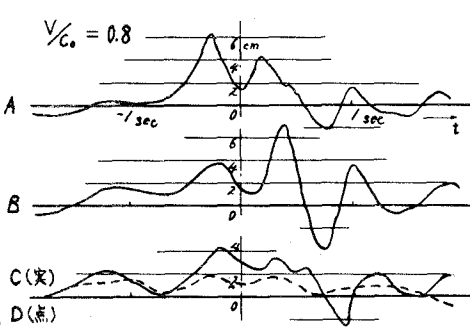


図-6 定点観測におけるその変化

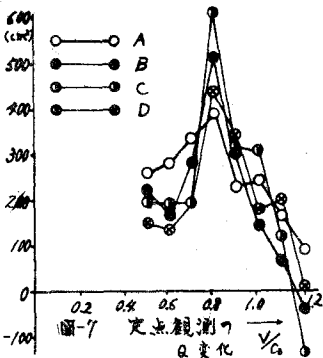


図-7 定点観測の Q 変化 V_C