

(Ⅲ-11) 名古屋港の水位変動の特性について

京都大学防災研究所 正員 樋 口 明 生

正員 ○吉 田 幸 三

1959年9月26日、この地方を襲った伊勢湾台風は、その名の通り、伊勢湾に史上有数の大きな高潮をひきおこし、名古屋をはじめ、沿岸一帯は大きな災害をもたらした。そこでふたたびこのような高潮による災害を繰り返さないために、名古屋港の港界線に沿つて、木曾川河口から対岸の知多半島に及ぶ大防波堤が建設しようとされている。一方、最近わが国の経済の発展にともない、中京地区工業地帯を強化するために、伊勢湾奥部、名古屋港の港界線内に、大規模な海面の埋立てによる臨海工業地帯の造成計画があり、着々とその準備が進められている。

これらの工事が完成すると、この海域における海象が現況とはかなり異つたものになることが予想される。たとえば、水位変動しては、風浪、うねり、津波、高潮、潮汐などが考えられるが、このような計画を合理的に実施するためには、これらの現象がこの海域でどのように変化するかということを熟知しておかねばならない。これを理論的に取扱うのは、さきわめて困難であり、容易に解答を得ることはできないと思われるので、模型実験により解明することを試みた。ここでは、これらの水位変動のうち長周期のものだけをとりあげて、上記の計画が完成したときの特性を調べた。

一般にこの場合のように、港湾が比較的せまい開口部をもつた防波堤で囲まれている場合には、2つの固有周期をもつと考えられる。一つはいうまでもなく、開口部が全く閉ざされた場合の固有周期であり、いわゆる tank oscillation の周期である。これは実際には、地形により、さらにいくつかの周期にわけられるであろう。他の一つは、開口部と港とで構成される系全体の固有周期であり、これは、やはり地形によりきまるものであるが、一般に水深が大きいほど、港の水面積の小さいほど、また、開口部の断面積の大きいほど、短くなると考えられる。

これらのことを実験的に調べようとするわけであるが、水理模型実験を行うときの最も重要な問題は、相似の問題である。いわゆる風浪のような短周期の現象と、潮汐のような現象とでは、相似則は異なる。すなわち、短周期の場合には模型の水平縮尺と鉛直縮尺とは

しくしなければならないが、長周期の場合には、一般に等しくしてはならない。すなわち、模型には適当なヒズミを与えなければならない。模型における流れが層流である場合の縮尺はつぎのようである。すなわち、原型における量を添字 P で表わし、模型における量を m で、さらにその比を γ で表わすことにし、摩擦係数を C で表わすと、鉛直縮尺 h_r は

$$h_r = \frac{\frac{5}{4} C_p \sqrt{x_r R_{ep}}}{1.328}$$

で与えられる。ここに R_{ep} は原型におけるレイノルズ数であり、流速 U として、最大平均流速、長さ L として、最大流動距離（憩流からつぎの憩流までに水粒子の移動する距離）をとつたものである。いま水粒子が正弦運動をしているとすれば、 $L = \frac{UT}{\pi}$ である。

名古屋港附近の最大流速は 1/3 ノットであるから $U = 1.7 \text{ cm/sec}$ とし、 $C_p = 5 \times 10^{-3}$ と仮定すれば、水平縮尺 $x_r = 2,000$ の場合には (1) 式より $h_r = 6.73$ すなわちヒズミ $x_r/h_r = 2.97$ が得られる。実際には模型製作の便宜上ヒズミは 3 とした。一方時間縮尺は、フルード数を合わせることにより、 $t_r = x_r \cdot h_r^{-\frac{1}{2}} = 77.5$ となり、半日潮の周期は 9.6 分である。また流速については $U_r = 25.8$ となる。このような縮尺の模型を製作した (図-1)。

現況の模型について、原型の資料のある半日潮により相似性を検討したのち、防波堤および埋立地が完成した場合の模型を製作し、半日潮以外の長周期の水位変動を与えて、港内における水位の変化を調べた。実験としては、2 分から 16 分までの間の 10 種類の周期の水位変動を、図-1 のフロート式起潮機により与えた。港自身の固有周期は $T_0 = \frac{2L}{\sqrt{gh}}$ により、3.0 秒ないし 1 分と考えられるが、他の実験に使用した起潮機を使用したため、この実験の範囲には入っていない。これらの周期は原型に換算すると、約 2 時間半から 20 時間に相当する。水深は原型の航路水深に換算して 9 m、12 m、16 m の 3 段階のものについて実験を行つた。与えた振巾はおよそ 2.5 m である。結果は図-2 に示すようである。図には代表的に図-1 の⑤と⑥における振巾を①を基準とした振巾比で示している。横軸は周期である。

この図によると、一般に周期の短いときは、港内では減衰しているが、ある周期を越えると逆に増大し、さらに周期が長くなると、漸次 1 に近づいていることがわかる。また、⑥においてはつねに⑤より振巾が大きいのといえよう。

水深の影響については、水深が大きいくほど極大値は大きくなり、極大値を与える周期は短くなつてゐる。

図-2 に見られる極大は、この周期で糸が共振することを表わし、この周期が糸の固有周

期と考えられる。水深が大きくなると、この周期が短くなっていることは、さきにのべた考え方の妥当性を裏付けているといえよう。

こゝにのべた実験は予備実験であり、現況については相似性の検討がなされているが、防波堤が完成した場合の開口部における相似性についてはまだ十分検討されていないので、これらの値をたゞちに原型に換算することはさしひかえねばならないが、この結果は、定性的にはかなり信頼してよいといえよう。

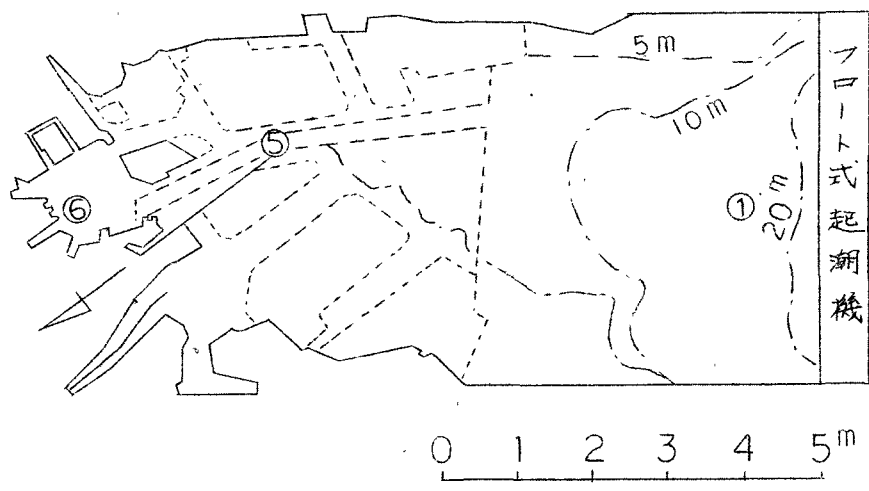


図 - 1 名古屋港模型

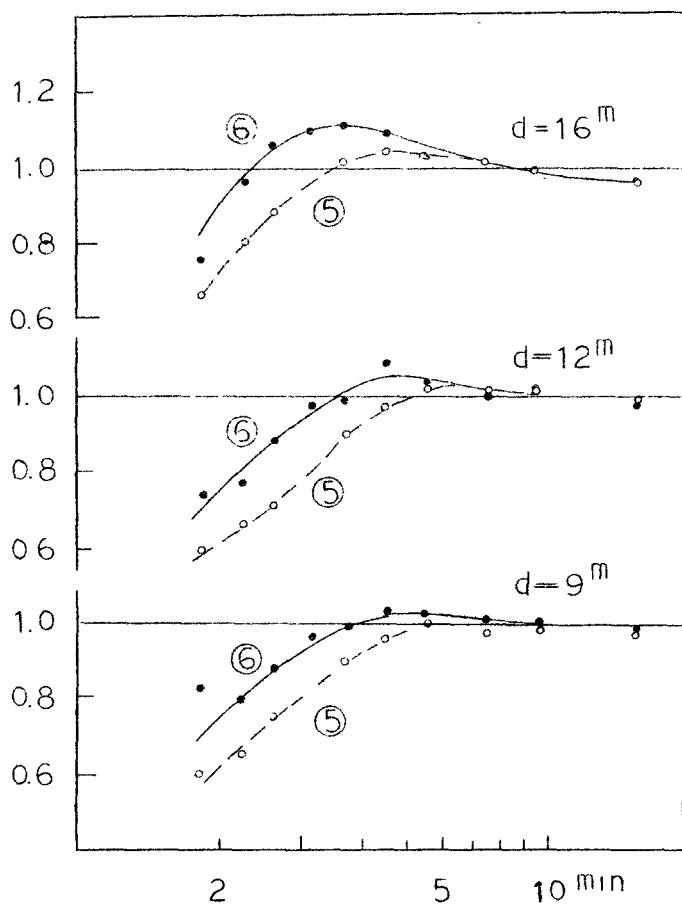


图 - 2 周期特性