

大阪湾大防波堤の対高潮効果に関する実験的研究

室 田 明*・和田 明**

阪神都市圏の総合開発計画の一環として、堺港と神戸港を結ぶ延長約 20 km の、いわゆる大阪湾大防波堤が計画され、風浪・台風高潮に対して臨界工業地帯を防御するのみならず、それを高速道路に兼用して阪神間交通の短絡をも意図している。こういう大規模な防波堤が設置されると海況がいちじるしく変化するのは十分予想されるが、問題を高潮対策に限ってみても、防波堤開口部から侵入する高潮エネルギーによって遮へい水域がどのように乱されるのかといった問題を、従来の小規模な港域擾乱の知識から予測することは困難である。また、John Miles および Walter Munk¹⁾ などの提唱する Harbor paradox の見地からも、侵入長周期波が港域で必ず減衰する保証もない。このような局所擾乱の特性を明らかにすべく、われわれは図-1に示すような大阪湾模型を製作し、大防波堤の対高潮効果を実験的に検討した。すなわち、図-1のごとく水槽軸線を湾軸に一致せしめ図下端から piston-type の長波発生装置によって沖波波高：0.8~2.63 m、周期：30~58 分、波長：26~45 km (いずれも実物換算値) の種々の波を送り、図中①~⑧で示す各点に立てた電気抵抗式波高計で波形記録をとる。模型縮尺は水平方向：1/3 000、鉛直方向：1/100 のひずませた模型とする。そのためこの実験は本質的に比較実験の性格をもったものであって、すなわち防波堤を設けない場合についての実験結果と、それを設けた場合との実験値とを比較して防波堤効果の判定を行なう。なお、各地の埋立計画などはほぼ昭和 40 年完成予定のものについて模型を製作した。

大阪湾における長波の屈折図を AMI 法で計算した結果は図-2のごとくである。計算結果によると和田岬を起時として神戸：3.33 分、西宮：21.0 分、大阪湾：23.3 分、堺港：23.5 分で最高潮位に達し、また、図示のように堺・泉北港付近にエネルギーが集中する傾向がある。

防波堤を設けない場合の実験：11 個、設けた場合の実験：15 個のうち、各測定点での代表的な観測波形を示せば図-3、4のごとくである。ほかの観測波形もほとんど同じような傾向をとり、たとえば西宮では防波堤がない場合、水位上昇速度は 0.8 m/min、約 35 分の水位上昇ののち、平均水面以下 1.5 m 程度まで水位が下降し、その主要振動ののち、30 分周期の副振動が長時間続く。これに反し、防波堤を設けた場合は水位上昇速度は半減し 0.4 m/min 程度であるが、その後平均水面

上の波高は 50 分も継続し、つぎに続く副振動の継続時間も合わせれば 3 時間以上にもわたって平均水面以上の潮位が認められる。これはいったん、開口部から侵入した海水実質が、せまい開口部から抜けにくく、長時間港内に貯溜されるためである。

各測点での観測波形の最大振幅と、入射波高の比を示すと図-5、6のごとくである。ただし、横軸： θ は、大阪湾をだ円で置き換え、その中心を原点とし、長軸から右まわりにはかった各点の方位角を示す。図によれば入射波形にほとんど関係なく増幅比は同じ傾向をとり、西宮で異常に増幅され、また、特に防波堤を設けた場合は堺で入射波高の 4 倍以上の波高が記録される。

防波堤効果を判定すべき整理結果として図-7のような方法による。すなわち、防波堤がないときの測点： P での最大振幅比を R_P' 、防波堤があるときのその値を R_P とし、縦軸に R_P'/R_P をとり、横軸は前と同じく θ とする。

この整理によると $R_P'/R_P > 1.0$ のときに防波堤が有効に働いたことになる。図によれば西宮、尼崎付近では良好な防波堤効果が見られるが、港域両端の神戸、堺では、防波堤を設けたためにかえって悪い側の傾向をとる。これはつぎに述べる閉そく港域の横振動の結果であると思われる。すなわち、沿岸での同時水位曲線を前と同じく方位角： θ を使って図示し、その代表的なものを示すと、たとえば図-8のごとくである。ここでは図示しないが、防波堤がないときは神戸を節とし、堺で腹となるような明瞭な横振動が観測され、その周期は 60~80 分の程度である。防波堤を設けると、今度は神戸、堺で腹となり $\theta = 0^\circ, -30^\circ$ 付近を節とするような横振動が発生し、その観測周期はほぼ 80~100 分程度である。この副次振動と閉そく水域の固有振動についての計算結果は、講演の際に報告するが、その基本的な解析は和田²⁾が行なった計算方法による。

高潮来襲時、特に波面が開口部に到達したときに防波堤開口部できわめて急な水位変動が見られ、測定⑦では短時間の水位急下降が発生し、波動がいちじるしく流れの性格に変換される。水面に多数の float を浮べ、波によるその移動を高いところから 16 mm シネで撮影記録したものが図-9、10である。水実質の移動は、押波より引波による方がはるかに大きく float 軌跡は loop 形状をとり、その軸は海底等高線にほぼ直交する。防波堤があるとその遮へい部分では流れに関してはきわめて静穏な状態がえられるが、堺側の防波堤開口部の影響は港域

* 正 員 工博 大阪大学助教授 工学部構築工学科

** 学生員 工修 大阪大学大学院学生

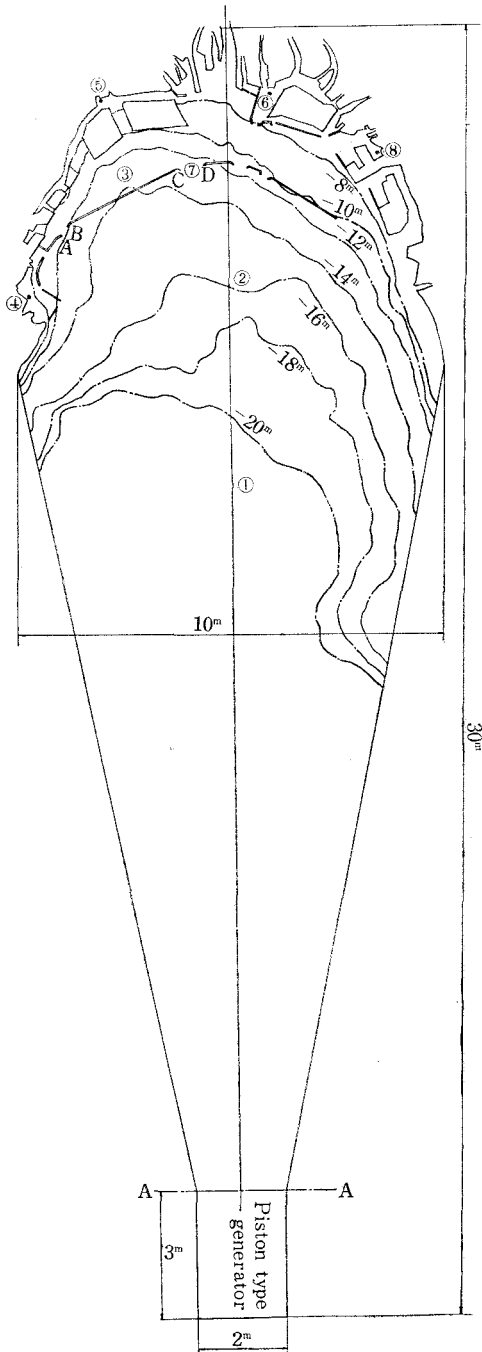
のかなりの部分におよぶようである。

以上概説した実験結果によると、この大防波堤設置によって必ずしも全沿岸の異常潮位を減少せしめうるとは限らず、港域両端部では副次的な横振動のためかえって

都合の悪い結果が出るのではないと思われる。

なお、本研究は運輸省第三港湾局の委託を受けて行なったものであり、協力をいただいた関係方面に改めて謝意を表したい。

図一 大阪湾模型平面図



図二 大阪湾における長波の屈折図
(初期波形の峰線を 図一 の A-A 断面とする)
(中央の数字 単位: sec)

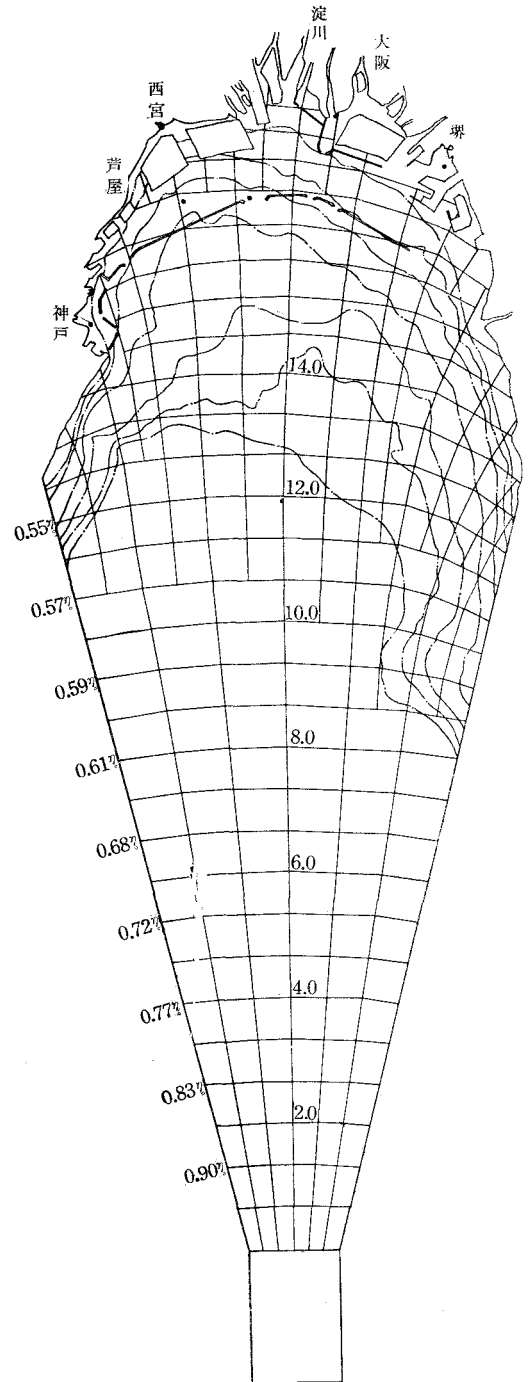


図-3 防波堤がないときの各点の観測波形

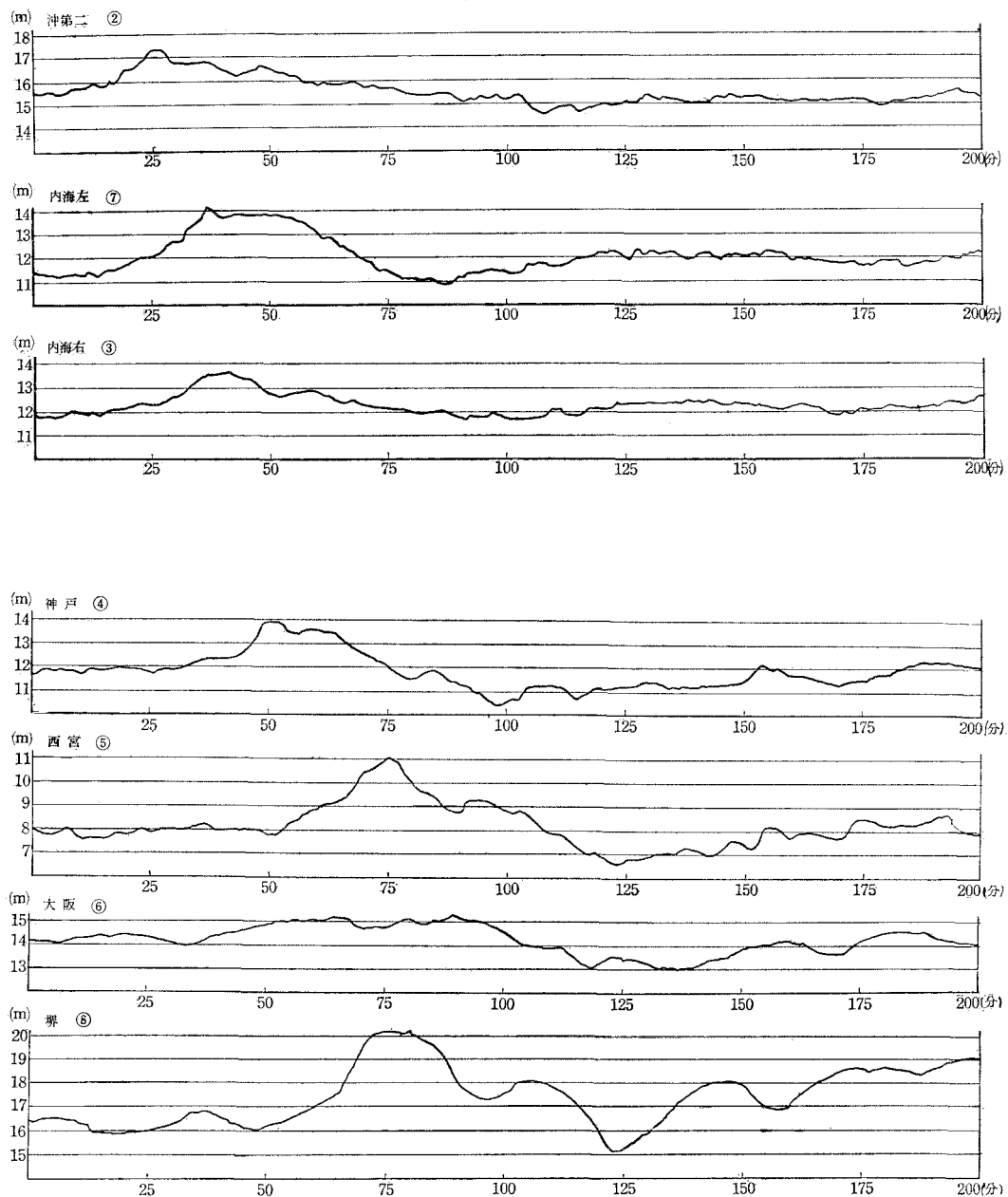


図-4 防波堤がある場合の各点の観測波形

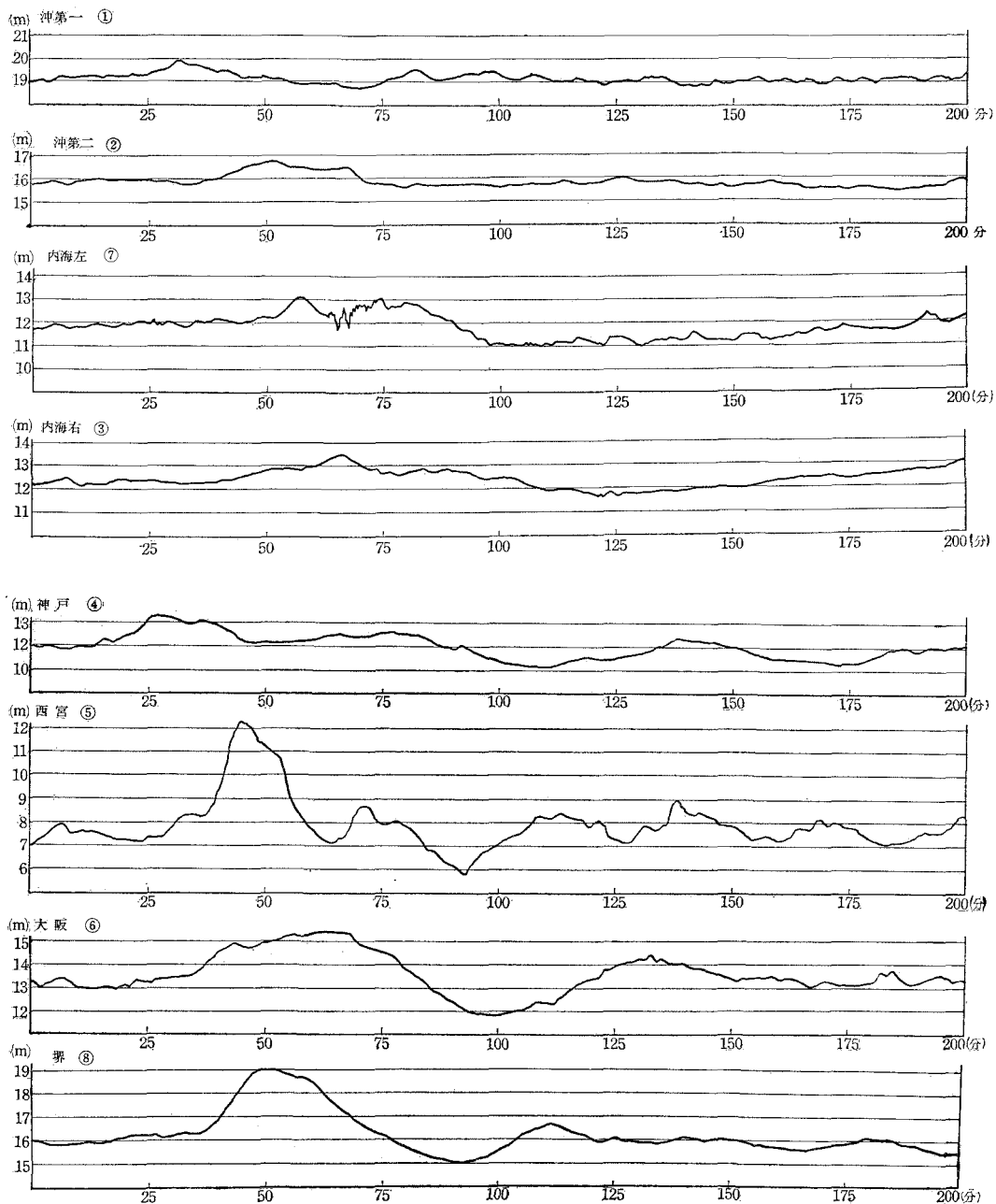


図-5 防波堤がないときの沖波に対する最大振幅比

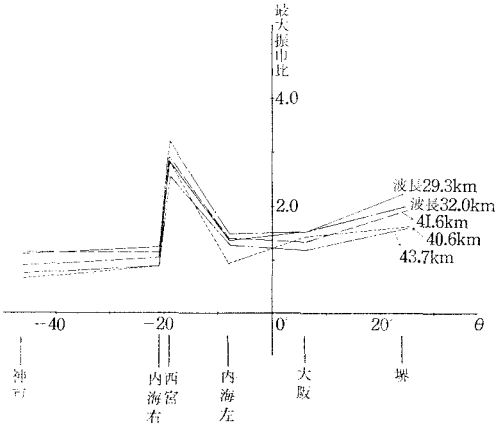


図-6 防波堤があるときの沖波に対する最大振幅比

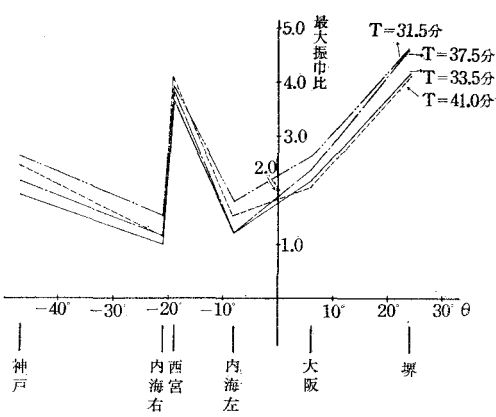


図-9 防波堤がないときの高潮来襲時の状況

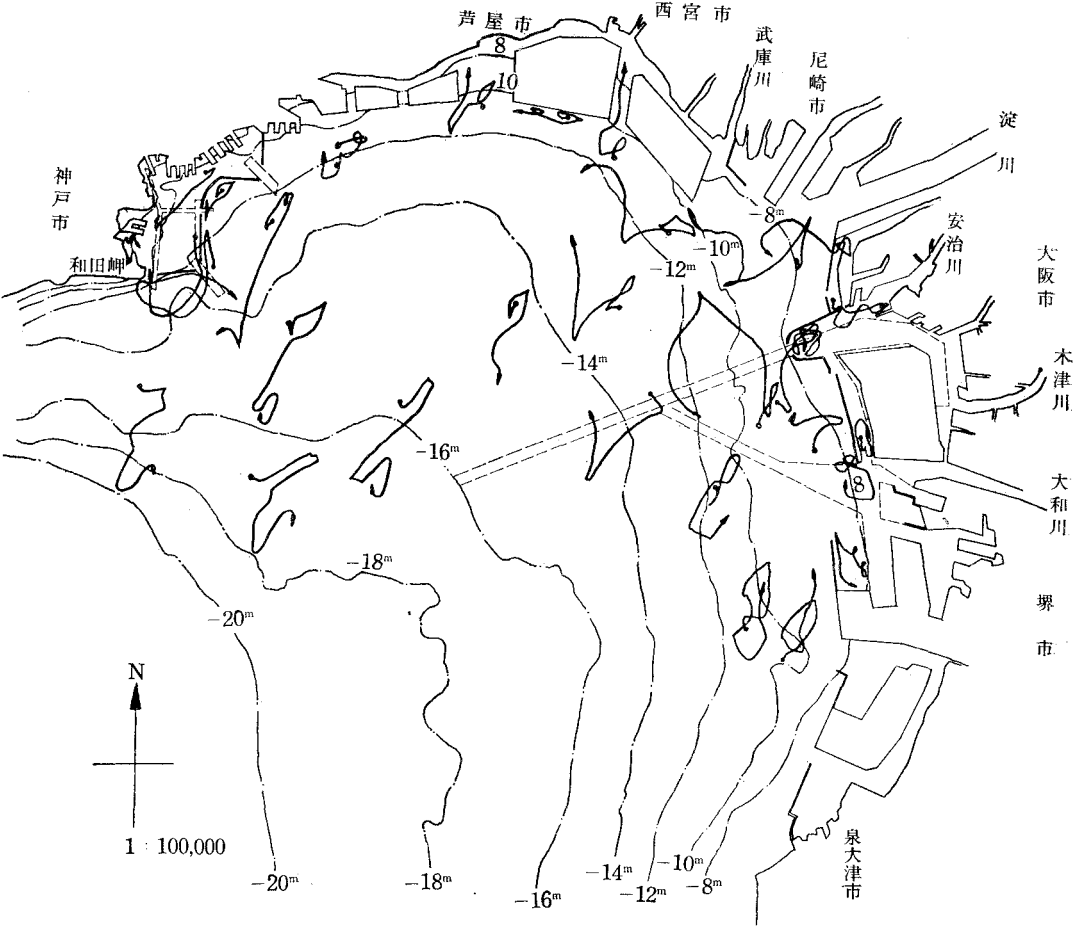


図-7 長周期波の波長と防波堤効果との関係

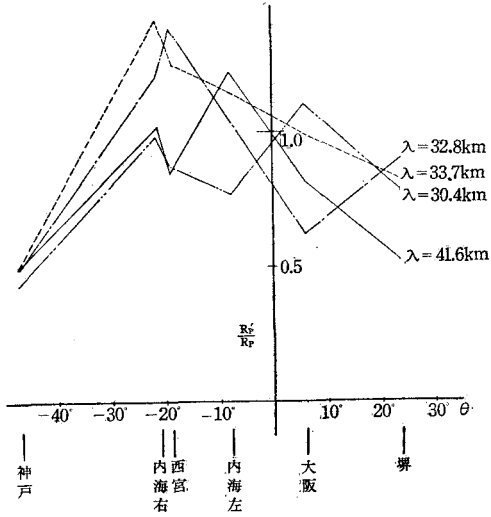


図-8 防波堤があるときの沿岸同時水位曲線

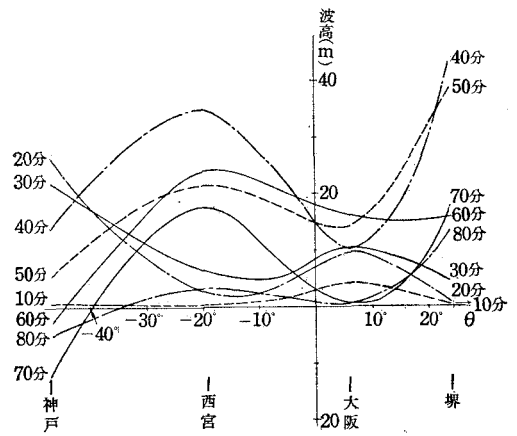
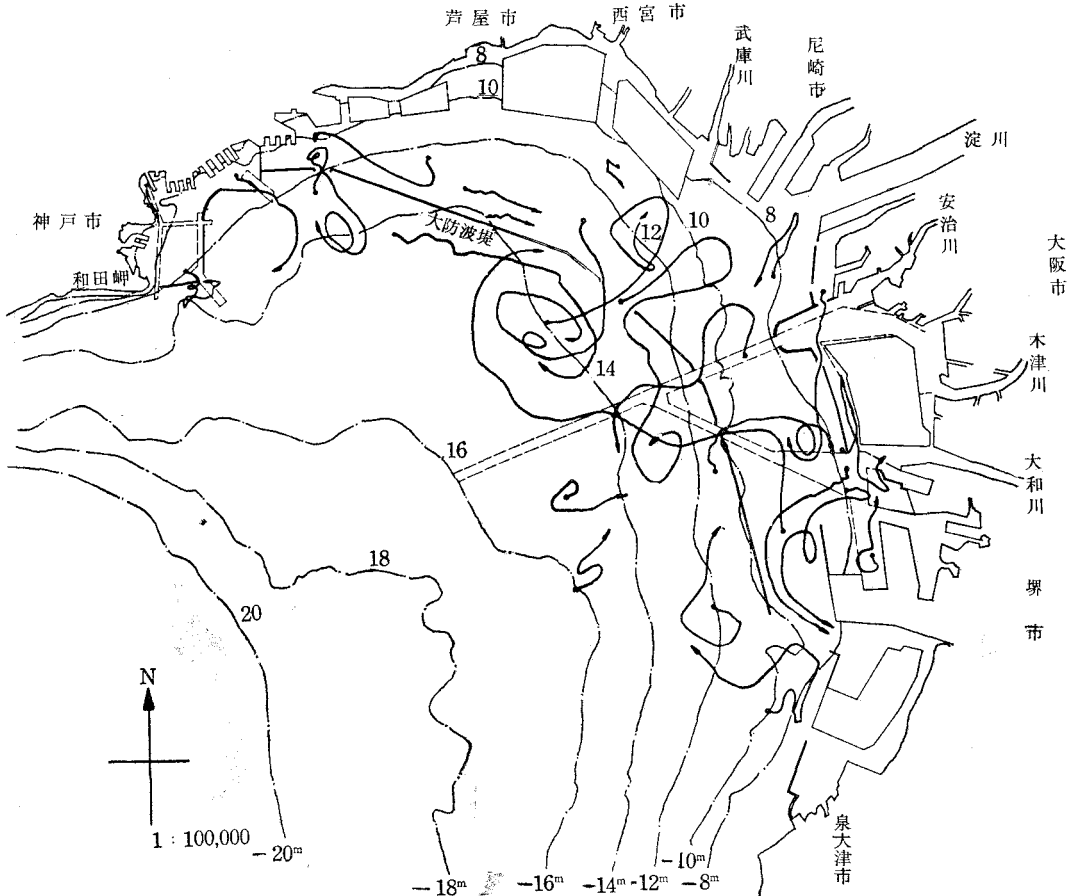


図-10 防波堤があるときの高潮来襲時の状況



参考文献

- 1) Miles, J., Munk, W.: Harbor Paradox, Proc. A.S.C.E.
- 2) 和田 明: 港域付近の擾乱波について, 土木学会第 17 回 年次学術講演会講演前刷 (1962).