

# 琉球大学学術リポジトリ

## 那覇港水理模型実験報告(第1報)

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学工学部 公開日: 2013-05-16 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 河野, 二夫, 津嘉山, 正光, 伊良波, 繁雄, Kono, Tsugio, Tsukayama, Seikō, Iraha, Shigeo メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/26097">http://hdl.handle.net/20.500.12000/26097</a>

# 那覇港水理模型実験報告(第1報)

河 野 二 夫\*

津 嘉 山 正 光\*

伊 良 波 繁 雄\*

## A Model Experiment on the Effects of the Breakwater at the Port of the New Naha

by

T. Kono, S. TSuKAYAMA, and S. IRAHA

### Synopsis

With the aim to reduce the future disaster in the Port of New Naha caused by the typhoon, the wave damp-ing effects due to the breakwater and the characteristics of the secondary oscillation in a harbor are studied in a hydraulic model experiment. The model used in the experiment was constructed with the scale of 1/144, without distortion.

In this papsr, the experimental equipment and procedure were mainly described.

The results of the studywill be reported to the next Bulletin.

### 1 序 言

長い歴史の変遷の中にあつて、那覇港は常に沖縄の海上交通の門戸として重要な役割を果たしてきたのであるが、昭和47年の祖国復帰後もやはり沖縄第一の港として、かつ県民に必要な生活物資の主要流通港として県民の生命を支える動脈的なはたらきをなしている。那覇市を中心とする沖縄本島中南部の人口の増加や、社会状況の変化に伴つて取扱貨物量も増加の一途を辿り、バース難や港内阜頭の混雑はひどくなり、早急な改善整備がさげばれている。新生沖縄県の表玄関として県民の生活物資の輸入・移入、県産品の輸出・移出、あるいは県土再開発に伴う輸送貨物量の増加等を考えるとき、沖縄全体としての港湾のあり方について再検討しなければならないと思うが、那覇港はやはり沖縄県の最重要港として流通物資の大部分を引受けねばならず、現下の隘路の折開と整備を急がねば

ならないことは言を俟たないことであろう。

そのような事情に鑑み、那覇市当局では現在の那覇・泊・新港(安謝)の三埠頭を包括する大那覇港を構想し、三埠頭の機能分担を考慮した総合的な港湾整備計画がすすめられているが、それに併い、これら三埠頭を含む港域を防護するための大防波堤を築造することが必要となり、沖縄開発庁においてその計画設計がすすめられている。

港域が広くなると、それに伴つて港内海域における海象は複雑になるので、計画防波堤の波浪遮へい効果とともに港内の諸現象について適当な編尺模型により、実験的に検討しなければならない。そこで、沖縄開発庁沖縄総合事務局より那覇港に関する模型実験が琉球大学に委託され、その実験を筆者らが担当したのであるが、実験の主目的は上述の広域那覇港計画に伴う防波堤の波浪遮へい効果を明らかにし、それとともに防波堤の適切な配置について検討することにある。

受付：1973年10月31日

\*琉球大学理工学部土木工学科

なお、実験は予定されたケースすべてについて終了しているが、現在その結果の解析・取纏めを行なっているところであるので実験結果の詳細については次報にゆずることとし、本報では主として実験施設や実験方法等についてのべることにする。

## 2 実験施設

### 2-1) 実験施設概要

実験施設は琉球大学農学部第二農場の敷地跡（那覇市首里石嶺町 249番地）に建設されたが、主要な施設は図2-1に示すように造波装置付のRC造平面水槽

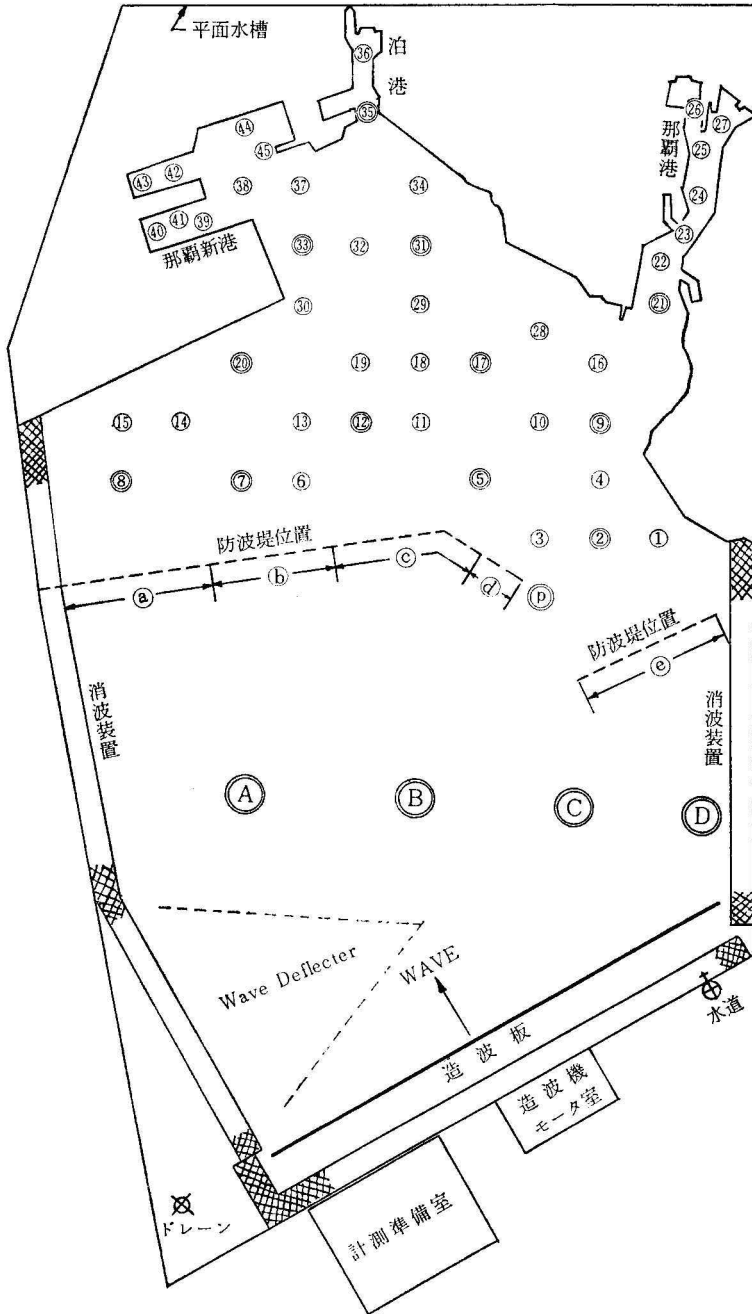
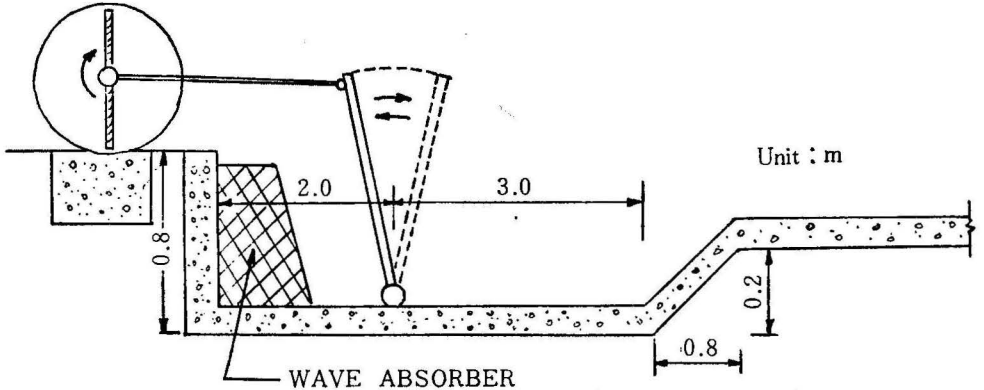


図2-1 実験施設平面配置図

である。この水槽内に後述するように那覇・泊・新港の三埠頭を含む港湾水域の模型をつくり、実験波を送って実験するのであるが、造波機駆動部を保護するためのモータ室と、波高等の計測記録および実験用器材の保管等のための計測準備室として2棟のプレハブの小屋が水槽近くに建てられている。また、実験波が実験時の風によって影響されるのをできるだけ防ぐためと施設の管理上の必要性から、実験施設の周囲には高さ2mのビニールトンネルの囲壁をめぐらしてある。

2-2) 平面水槽

平面水槽は底版・側壁共に厚さ15cmの鉄筋コンクリートでできているが、敷地との関係で図2-1のような平面形になっており、最大幅約31m、最大長約46mで面積はおよそ1400㎡である。側壁高は造波部が0.8m、その他の部分は0.6mになっている。なお、造波板背後と水槽両脇の側壁に沿って消波装置をおいてある。消波装置は金網ばりの枠の中にガラスを入れたものである。



2-2 造波部概略図

2-3) 造波装置

造波装置は図2-2に示すようにフラップ型の造波機であるがその諸元は次のとおりである。

- 発生波周期の範囲 ; 0.3sc~3.0sec
- 発生波高の範囲 ; 1.0cm~20cm
- 駆動装置 ; 15kw電動機
- 変速装置 ; パイエルサイクロ無段変速機
- 造波板 ; 長さ21.2m, 高さ1.0m

なお、造波板は鋼アングルでトラスを組み、それに檜板をボルト締めでとりつけたものである。造波板の両端前面には長さ約3mの導波板を設けてある。

3 実験

3-1) 那覇港模型

3-1-1) 模型縮尺

広域港湾模型の縮尺については、模型に再現したい海域範囲と実験施設の大きさとの対比による制約や、模型上の物理量の計測上の問題等による制約を受ける。

筆者らは水深の浅いところでの現象の技術上の便宜を考慮して歪模型にすることも考慮したが、この種の模

型では一般の波動運動に対する厳密な力学的相似は保たれないので、本実験の目的等を考えて模型は歪ませないこととし、模型再現域の範囲を考慮して、幾何縮尺は1/144とした。この縮尺に対し、力学的・運動学的相似条件から基本的な物理量の模型縮尺は表3-1のようになる。

表3-1 模型縮尺

物理量	長さ	時間	速度
縮尺	1/144	1/12	1/12

3-1-2) 模型再現海域の範囲

模型再現範囲は、図3-1に示すように陸岸是那覇・泊・新港の三埠頭を含む約4km、海域是那覇港々口から沖側に約4kmの範囲であり、海底模型は原型の水深50mに対応するところまでとし、それ以上深は一様な水深とみなして製作した。

3-1-3) 那覇港模型の製作

那覇・泊・新港の三埠頭岸壁を含む陸岸模型は図3



図3-1 模型再現域の等水深線図



図3-2 岸壁模型

—2 (写真) に示すようにコンクリートで作った。  
 模型海底の製作にあたっては図3-1の等水深線図

ンをいれた後、それぞれの水深の海底高になるように  
 つくられた平トタン製の仕切板を各コンターラインに  
 沿って図3-3 (写真) のように水槽底版に釘で打ち

に基づいて水槽底版に水深5mきざみのコンターライ

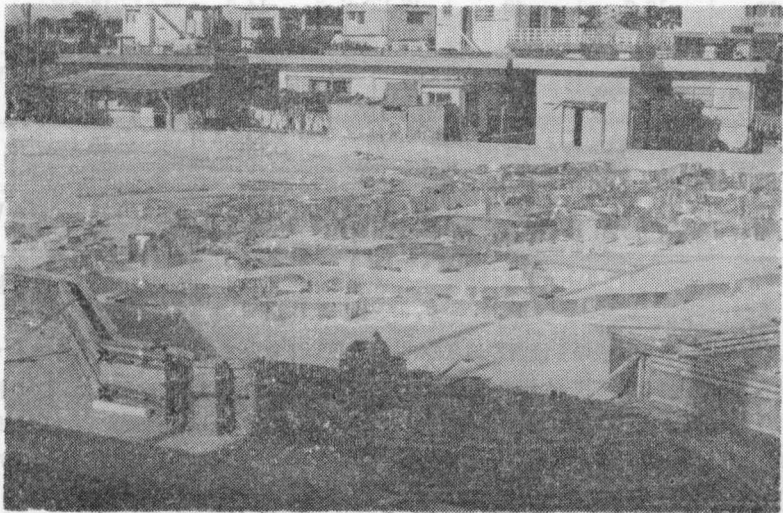


図3-3 仕切板の設置情況

つけ、その間を砂で埋め、表面は約4cm厚のセメント  
 モルタルをぬって仕上げた。

なお模型の再現精度については、水槽に水を入れる  
 とき各水位によりチェックしたが、かなりよい精度で  
 あることが検証できた。

### 3-2) 実験条件

#### 3-2-1) 実験潮位

那覇港における潮位はHWL=2.10m, LWL=0.00mであるので、実験水位は安全性を考慮してHWL=2.10mに対応させることにした。

#### 3-2-2) 実験波

那覇港沖における計画沖波は表3-2のとおと与えられた。しかし、実験施設の大きの関係で深海部は模型再現範囲に含まれないので、表3-2の値をもとに

表3-2 実験波（沖側）

波高(H <sub>a</sub> ) (m)	周期(T <sub>a</sub> ) (sec.)	水深 (m)	波向	位置
14.8 (10.28cm)	15.8 (1.316)	100	WSW	那覇港沖約36Km
10.7 (7.43cm)	11.5 (0.958)	100	WSW-15°-SW	同上

( )内は模型上の値

表3-3 実験波（浅水域）

地点	波高 (m)	周期 (sec)	水深 (m)	波向	対応沖波		
					波高(m)	周期(sec)	波向
A	5.24 (3.64cm)	15.8 (1.316)	50	W-35°-S	14.8 (10.28cm)	15.8	WSW
	8.56 (5.94cm)	11.5 (0.958)	50	W-37°-S	10.7 (7.43cm)	11.5 (0.958)	WSW-15°-SW
B	2.92 (2.02cm)	15.8 (1.316)	50	W-31°-S	14.8 (10.28cm)	15.8	WSW
	4.48 (3.11cm)	11.5 (0.958)	50	W-21°-S	10.7 (7.43cm)	11.5 (0.958)	WSW-15°-SW
C	4.08 (2.83cm)	15.8 (1.316)	40	W-12°-S	14.8 (10.28cm)	15.8	WSW
	7.33 (5.09cm)	11.5 (0.958)	40	W-13°-S	10.7 (7.43cm)	11.5 (0.958)	WSW-15°-SW
D	4.46 (3.10cm)	15.8 (1.316)	25	W	14.8 (10.28cm)	15.8	WSW
	7.72 (5.36cm)	11.5 (0.958)	25	W-16°-S	10.7 (7.43cm)	11.5 (0.953)	WSW-15°-SW

( )内は模型上の値

した屈折計算によって水深50m以浅の4箇所の地点の波の諸元を求め、これを条件として実験波を設定した。

この4箇の地点をA・B・C・D点と名づけ、これらの地点における波の諸元は表3-3に示してある。なお、地点A・B・C・Dの位置とその各点における波向（矢印）は図3-1に示してある。

### 3-2-3) 実験時の風

実験水槽は屋外にあるので、実験時の風が実験波に対し影響することを考慮しなければならない。前述したように実験施設の周囲には防風壁を設けてあるが、屋根がないことと水槽の広さ等の関係で完全に風を防ぐことは不可能である。そこで実験に当っては、実験波の大きさに対して風の影響のオーダーが無視できる

程度以下になるようにするというので、実験可能な風の限界を風速3m/secとした。この値は、著者の一人（T. KONO）が過去に行なったある河口湖での風による波の実測結果や京都大学における風洞実験の結果等を参考にして判断し決定した。

実験に先だち微風速計で風速を計測し、3m/secをこえる風が吹いているときは実験を中止した。

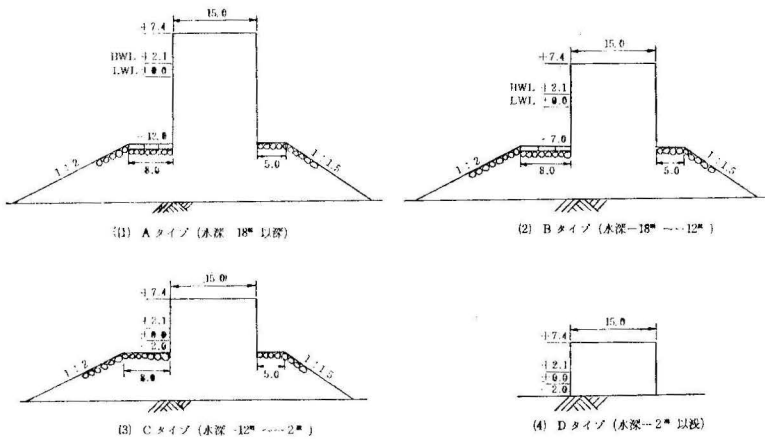
### 3-2-4) 防波堤の配置および断面

模型防波堤の平面的な設置位置は図2-1に示してあるが、設置の仕方は同図の①~④部分の組合わせで5通りであり、この堤防配置と表3-2の2種の沖波との組合せにより、実験ケースは防波堤のない場合を含めて表3-4に示す12ケースになる。

模型防波堤の断面は設置する場所の水深により図3

表3-4 実験ケース

実験ケース No.	沖 波			防波堤の配置
	波 向	波高(m)	周期(sec)	
1	WSW	14.8	15.8	防波堤ナシ
2	WSW-15°-SW	10.7	11.5	同 上
3	WSW	14.8	15.8	図2-1の(b), (d)の部分完成
4	WSW-15°-SW	10.7	11.5	同 上
5	WSW	14.8	15.8	図2-1の(b), (d), (e)部分完成
6	WSW-15°-SW	10.7	11.5	同 上
7	WSW	14.8	15.8	図2-1の(a), (b), (c), (d), (e)全部完成
8	WSW-15°-SW	10.7	11.5	同 上
9	WSW	14.8	15.8	図2-1の(a), (b), (c), (d)部分完成
10	WSW-15°-SW	10.7	11.5	同 上
11	WSW	14.8	15.8	図2-1の(e)部分完成
12	WSW-15°-SW	10.7	11.5	図2-1の(e)部分完成



3-4 防波堤断面図(原型)



一4に示すタイプに対応させた。模型防波堤は、本体の部分はセメントモルタルで製作し、マウンド部分は碎石を用いてつくった。なお根固め工模型はマウンドの

肩の部分をモルタルで固めることによって製作した。模型防波堤の設置状況の一例を図3-5（写真）に示してある。

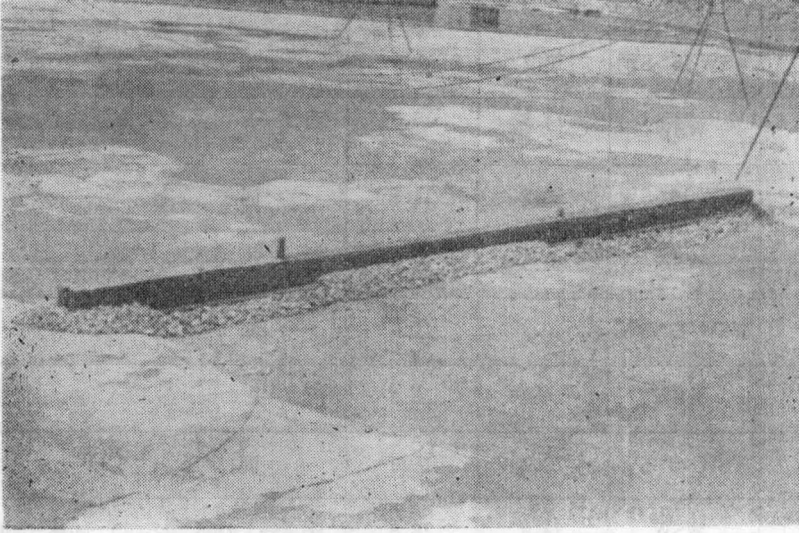


図3-5 模型防波堤設置状況

### 3-3) 実験方法

#### 3-3-1) 実験方法概要

実験は3-2-4)でのべた12ケースについて同じ手法で行なわれた。まず水槽水位を所定の水位に合わせたのち波をおこし、3-2-2)でのべたA・B・C・Dの4点において波高・波向をチェックしてこれらの点で表3-3に示す条件値が満たされるよう生起波の諸元を調整し、調整後の波を実験波として送り、模型港内のあらかじめきめた計測点において波高および波向を計測し、さらに港内振動や越波、碎波などの諸現象を8ミリカメラで撮影した。以下その各々の手法について述べる。

#### 3-3-2) 実験波の設定

実験波はA・B・C・Dの各点において波高・周期波向が表3-3の値と合致しなければならない。周期は向一の値であるので調整は簡単に行なうことができるが、波高・波向は各点で異なった値になっているのでなかなか面倒である。造波板によって送られる波は均一の波高・波向であるので、A・B・C・Dの各点に波が到達する以前の模型海底において何らかの工夫をして波向と波高を調整しなければならないわけである。

そこで、一つの新しい試みとして模型海底に wave

deflector（仮称）を設けた。これは波を屈折させるための一種の仮設の浅瀬であり、その平面形状と高さは予め屈折計算により通過波の方向が所定の方向と一致するようにきめる。今回用いたものは図2-1に示すように平面形状は三角形で高さ約20cmであるが、これによりA・B点の波向はほぼ100%に近い精度で条件として与えられた方向に一致した。C・D点の波向については特に手を加える必要はなかった。波高の調整は、主として模型海底に粗度をつけることと、上記のwave deflectorとの相乗作用による波の屈折拡散の効果を利用してtrialに行なった。これはかなり困難なことであったが、実験の目的に合う程度の波高調整はできたと考えている。

なお、防波堤を設置すると堤による反射波のためにA・B・C・D点の波向・波高のチェック調整は防波堤による反射波の影響の入らない時点の値、具体的には造波機スタート後5波～10波目の中の妥当と思われる値を対象にして実施した。

#### 3-3-3) 波高の測定

図2-1に示すA・B・C・D・Pおよび1～45の点において、3点乃至4点ごとに抵抗線式波高計を据えつけ、水位計増巾器によってビシグラフに波形を同時記録させた。計測は測点3点乃至4点を同時に行な

ったが、他の測点に波高計を移動させるときは、一たん造波機を止め、移動完了後改めて造波するようにした。なおこの場合各測回毎の波形の再現性をチェックするため、原測としてP点の波高計は固定し毎測回波形記録をとり検定するるようにした。波周期は波形記録からよみとった。

#### 3-3-4) 波 向 計 測

図2-1の二重マルをほどこした点において波向を計測した。計測は計測点に方位角目盛を入れた三角形のブリキ板をとりつけ、その上にとめた可動矢印（ブリキ製）を波の向きにあわせて、波向をよみとった。なお高所より写真撮影も行なった。

#### 3-3-5) 流 速 測 定

港口付近は出入船舶の安全の面から流速が問題となるので、微流速計および浮子・8ミリカメラを併用して流速を計測した。

#### 3-3-5) 特異な水理現象の観測

リーフ上での碎波、港埠頭岸壁での越波、港内の副振動、防波堤の越波や波の走りなどの現象は8ミリカメラで撮影した。

#### 3-3-6) 風向・風速の測定

各実験ケースについて、毎回実験開始直前および必

要に応じて図2-1のP点付近において風向・風速を計測した。計測には簡単な風向計と微風速計を用いた。

#### 3-4) 実験結果の報告について

序言でのべたように実験結果については本報ではふれないことにし、最終的な取り纏めの完了を俟って次報において詳細に報告する予定である。

## 4 謝 辞

本模型実験に関しては多くの人々の御協力と御尽力をいただき、改めて感謝の念を深くするものである。

このような実験の機会を与えて下さった沖縄開発庁沖縄総合事務局の関係各位、研究受託に関する事務手続面で御尽力いただいた琉球大学当局、実験施設の敷地提供に関して御協力賜わった琉球大学農学部関係各位、実験施設の設計・施工管理を担当された琉球大学施設部の各位に対し心から御礼を申し上げる。さらに実験遂行に際しては、土木工学科の職員の御協力と、直接実験に従事した同学科4年次の阿波連栄克・新垣秀和・砂川直之の3君の努力と同学科の学生諸君の協力があり、併せてここに謝意を表する。