

琉球大学理工学部 正員 河野ニ矢

" " 津嘉山 正光

" " 筒井 茂明

1. 緒言

那覇港整備5ヶ年計画に基づく港湾施設の整備・拡張が行われるとともに、これら施設の防護、船舶の航行・停泊と安全ならしめるため、図-1に示すように那覇港沖に存在する長さ約2.5km、幅約300mのリーフに沿岸防波堤の設置が計画されている。この防波堤の波浪しやい効果を予知するため、昭和48年度に引続き水理模型実験が行われた。本報告は、この実験でえられた結果に基づき、沖縄における沿岸地域の波浪特性に対して重要な影響があると考えられるリーフ周辺の地形特性とその波浪減衰効果について若干の考察を行うものである。

2. 模型実験

2.1 実験対象海域とその地形特性 模型実験の対象海域は図-1に破線で示すように新港ふ頭を中心に南北約5km、沖方向に約4kmの範囲であり、水深50m以深の海底は一定水深としている。

防波堤法線沿いのリーフの断面図を図-2に示す。これらの図からわかるようにリーフ天端はH.W.L.とほぼ同じであり、沖側の水深は50~60m、港内水深は15~20mである。このように典型的なバリヤ・リーフの断面となっており、リーフ自体がかなりの波高減衰効果をもっていると考えられる。しかし、このリーフの北側海域は水深約15m、リーフ中央部において短い区間であるが、水深約15mの深水域が存在する。しにがって、これらの地点を通過する波が主に港内静穏度に重要な影響をもつであろう。

2.2 実験諸元 計画潮位は+2.1m(H.W.L.)であり、計画波は季節風による波である。また、防波堤は十分な高さを有し、越波を許さないものとしている。

模型は歪ませぬものとし、実験範囲などを考慮して模型縮尺は1/144とした。表-1にこれらの実験諸元を示す。

表-1 実験諸元	
計画潮位	+2.1 m
" 波高	7.2 m
" 周期	12.0 sec.
" 水深	50.0 m
" 波向	N40°W
模型縮尺	1/144
実験波高	5.0 cm
" 周期	1.0 sec.
" 水深	36.2 cm
" 波向	N40°W

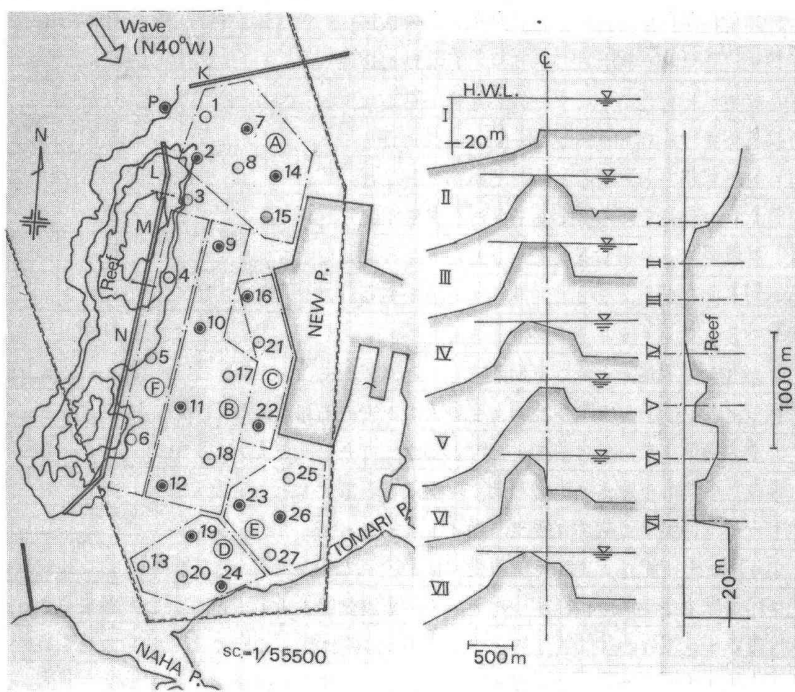


図-1 那覇港平面図

図-2 那覇港沖のリーフ断面図

2.3 測定地点および実験ケース 波高測定地点は図-1に示す測点番号1~27と港口部のP点および、水深50m相当地点に設けられた入射波高測定点の合計29点であり、その中で●印の測点においては目視により波向きを併せて観測した。また、実験ケースは表-2に示すように、北防波堤K、中央防波堤L、M、Nの組合せにより合計14ケースである。

2.4 実験結果 波高測定は容量式波高計を用いて行い、各測点での時間波形曲線を周期波、概周期波、不規則波に分類し、不規則波については有義波高をその地点での波高とした。実験結果は、水深50m相当地点での入射波高 H_i を基準にし、各測点における波高 H の比 H/H_i が港内静穏度を示すものとしてとりまとめられている。

2.4.1 港内全域の静穏度 実験資料の整理の結果、港内静穏度の特性は、リーフ周辺の海底地形と関連する防波堤の組合せにより、つぎの4種類に分けられることが判明した。(1)、(2)防波堤KあるいはNが設置されている場合、(3)防波堤K、Nが共に設置されている場合、(4)これらの防波堤が共に設置されていない場合。図-3は港内全域の静穏度を表すもので、横軸にはcase.1すなわち現況の波高比と縦軸にはその他の実験の波高比をとっている。これらの図中にはそれぞれの実験に共通な防波堤の記号が併記されている。

同図-(a)は中央防波堤Nが共通であるからリーフ背後で、(c)は北防波堤Kが共通であるから港口部においてそれぞれ波高減衰がみられる。したがって、図-(b)に示されるように、防波堤K、Nが共に設置されると、港内全域にわたり静穏度のかかり増大する。図-(d)から防波堤L、Mのみが設置される場合には、それらの効果は期待できないであろうことがわかる。換言すれば、防波堤L、Mの設置地点のようにリーフ天端が静水面と同じであると、リーフの波高減衰効果が大きいことを示すものである。

2.4.2 防波堤のしゃへい効果 各防波堤のしゃへい効果を調べるため、各測点での波の様相を考慮して、港内海域を表-3に示すように6領域に区分し、それぞれの領域に含まれる測点の平均波高で静穏度を表示すると、図-4がえられる。図中の破線は現況に対するものである。

この図から、前述のように防波堤Kは主として港口部、Nは港口部の除く全海域の静穏度に対してそれぞれ効果があることが判明する。したがって、当然のことであるが港口部およびリーフ中央の深水域からの浸入波を防ぐように、防波堤を設置すると港内静穏度に対して最も有効である。

表-2 実験ケース

Case No.	防波堤の組合せ
1	現況
2	N
3	L, N
4	L, M, N
5	M, N
6	K, M, N
7	K, L, M, N
8	K, L, N
9	K, N
10	K
11	K, L
12	K, L, M
13	L, M
14	L

注: 図-1を参照

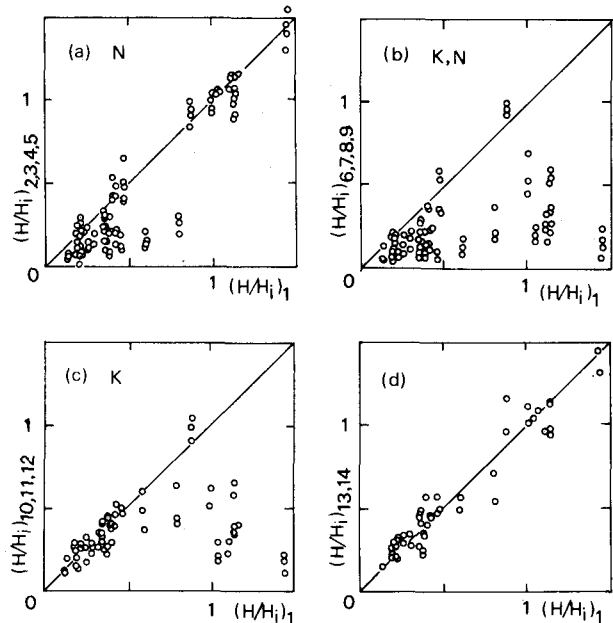


図-3 港内静穏度

表-3 港内区分

港内区分	測定番号
①: 港口	1, 2, 7, 8, 14, 15
②: 航路	9, 10, 11, 12, 17, 18
③: 新港埠頭前面	16, 21, 22
④: 那覇港側航路	13, 19, 20, 24
⑤: 泊港側航路	23, 25, 26, 27
⑥: リーフ背後	4, 5, 6

注: 図-1を参照

2.4.3 リーフの波浪減衰効果 図-2 に示したようなリーフに対して波はリーフ前面で砕波し、その後背後水域へ波が伝播する。図-5 にリーフ背後の測点2, 3, 4, 5 における時間波形を示す。測定2は港口寄に位置しほぼ規則的な波形がえられている。測定4では港口部からの浸入波の影響はあまり顕著でなく、主としてリーフ先端からの越波による波であると考えられる。さらに、測点5はリーフ中央の深水域に位置するため、かなりの浸入波が認められる。

そこで、砕波後にリーフを通過する波の特性を調べるため、case. 1 および測点4における波に対して防波堤の設置による影響がほとんどないと考えられる case. 2, 9, 10 の実験でえられた測点4での波の累加分布を確率紙に表示すると図-6 がえられる。

この図のように越波による伝播波の波高分布は Rayleigh 分布に似ておらず、波高の大きい領域でかなり差異が生じるようである。

また、波高減衰率は $H_0/H_i \approx 0.2$ であるが、合田ら^(1,2)が混成堤などに対して与えている実験値 0.4~0.5 に比べると大きい波高減衰率を示している。これは、上述のように、リーフ前面で砕波することが大きな原因であろう。

3. 結 言

以上のように、リーフは比較的短周期の波に対してかなり大きい波高減衰効果を有すると考えられるから、港内の静穏度を高めるためには、このようなリーフの諸特性を熟知した上で有効に利用することが、港湾などの計画において重要であろう。

また、沖縄におけるリーフは、ほぼ一様な断面を有するものが相当長く連なっていることはまれで、長さ方向に不連続な地形となることが多い。そのため周辺の波の挙動は複雑であり、防波堤や護岸などの設計に際して、設計波をどのように決定するか一つの現実問題となっている。

最後に、本実験は沖縄開発庁沖縄総合事務局からの受託研究費によるものであることを付記し、感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 合田良実・竹田英章; 越波による防波堤背後への波高伝達率, 第13回海岸工学講演会講演集, 1966, pp. 87~92.
- 2) 合田良実, 鈴木康正, 岸良守治; 不規則波浪実験とその特性について, 第21回海岸工学講演会論文集, 1974, pp. 237~242.

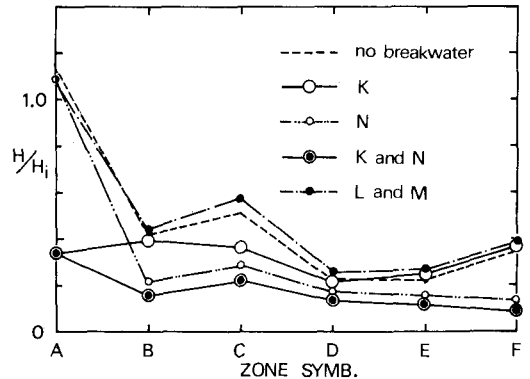


図-4 防波堤のしゃへい効果

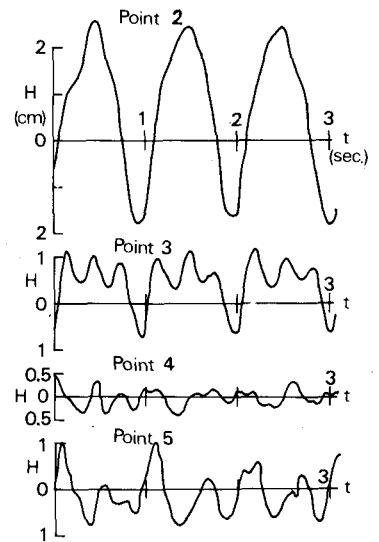


図-5 リーフ背後での時間波形 (Case. 1)

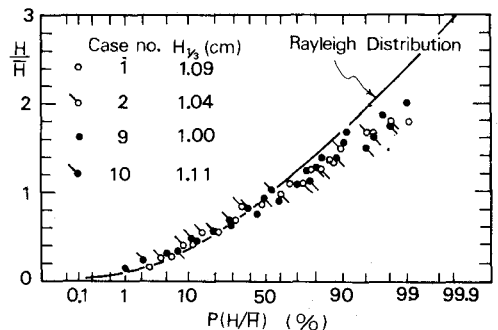


図-6 H/H の累加分布曲線