

直立護岸周辺の波浪・越波特性に及ぼすリーフ長の影響に関する実験的考察

名古屋大学工学部 学生会員 ○ 舟橋 徹

名古屋大学大学院工学研究科 正 会 員 川崎浩司

名古屋大学大学院工学研究科 学生会員 菊 雅美

1. はじめに

沿岸域で発生する長周期波は、バームの欠壊や漂砂の原因となるだけでなく、地形や海岸構造物などによって多重反射することで波高が数倍にまで増幅し、護岸背後への越波・越流や堤防被災など、大きな災害をもたらす要因にもなる。特に、水深が浅く、陸棚が数百メートル～数キロメートル沖まで広がるリーフ海岸では、自然の消波堤として高波を減衰させる効果を有する反面、荒天時には、繰り返す砕波を伴う極めて複雑な波浪場となり、破壊力をもった波群が護岸へと来襲する（仲座・日野，1988）など、リーフ海域特有の波浪特性が指摘されている。そのため、リーフ上の波浪変形に関する研究はこれまでに数多く行われており、Nakaza ら (1990) はリーフの長さを $1/4$ 波長とする周期が増幅することを示唆している。一方、沖縄本島では、暴波浪時において路上越波がしばしば発生しており、人々の生活や物流に大きな支障をきたしている。しかし、リーフ上で発達する長周期波と護岸周辺の越波特性の関係を上げた研究はほとんどなく、リーフ海域における越波流量の算定手法は未だに確立されていない。本研究では、リーフ長を変化させた水理模型実験を実施することにより、リーフ長の違いによる波浪伝播特性と直立護岸周辺の越波特性について考察することを目的とする。

2. 水理模型実験の概要

名古屋大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻の断面 2 次元造波水槽（長さ 30m、幅 0.7m、高さ 0.9m）を用いて水理模型実験を行った。図-1 に実験模型の概要、表-1 に実験条件を示す。本実験では、模型縮尺を $1/40$ とし、前面に $1/10$ の斜面勾配を有するリーフ地形を対象とした。リーフ長 R は $0.0\text{m} \sim 5.7\text{m}$ と変化させ、リーフ上の水深 h_{reef} は 0.06m と一定にした。岸には、直立護岸を設置し、各周期で相対天端高 d/H_0' が一定となるようにした。

本実験では、修正 Bretschneider・光易型のスペクトル形状を有し、1

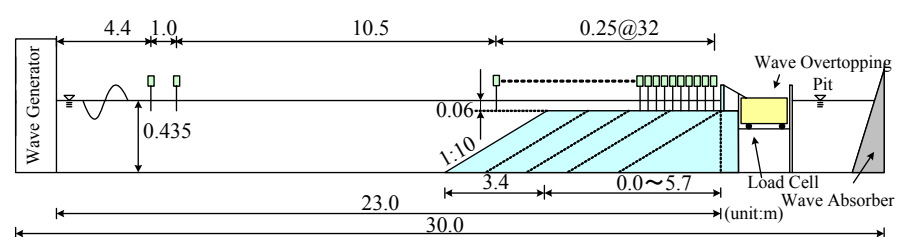


図-1 実験模型の概要

表-1 実験条件

Case	h_{reef} [m]	R [m]	H_0'/L_0	$T_{1/3}$	$H_{1/3}$	d/H_0'
01	0.06	0.0m	0.017	1.00	0.025	3.77
02		1.2m		1.50	0.055	1.68
03		2.7m		2.00	0.106	0.94
04		4.2m	0.036	1.00	0.053	3.76
05		5.7m		1.50	0.117	1.67

波群が 327.68s となる不規則波を作用させた。波浪条件は、有義波周期 $T_{1/3}$ を 1.0s, 1.5s, 2.0s と変化させ、それぞれの周期に対して換算沖波波高勾配が $H_0'/L_0 = 0.017, 0.036$ となる有義波高 $H_{1/3}$ を設定した。水位計による計測は、造波板前面に設置した通過波検定用の 2 点 (W1, W2) の他に、0.25m 間隔で設置したリーフ上の 33 点 (W3~W35) に対して行った。越波量の測定には模型床背後の遮水領域部に設置した越波升を用い、護岸上部に接続した幅 0.3m の導水板を介して護岸を越えた水塊を集水した。単位幅あたりの平均越波流量は、3 波目以降の約 328 秒間にわたって集水した水塊の重量を計測時間と導水板の幅で割ることにより求めた。なお、水位計のサンプリング周波数は 100Hz とした。

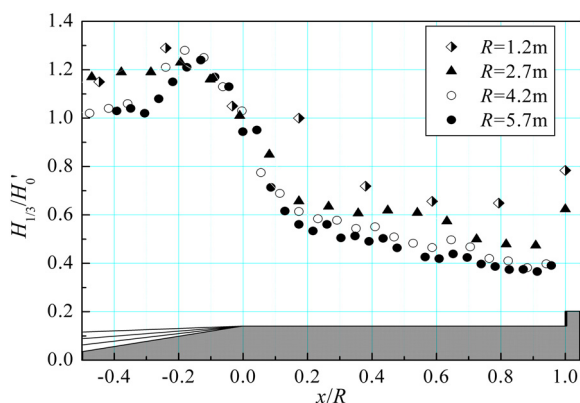


図-2 Case 03 に対する波高分布

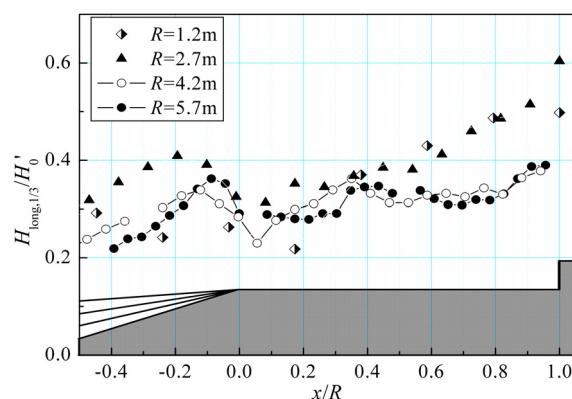


図-3 Case 03 に対する長周期波成分の波高分布

3. 結果および考察

図-2 に Case 03 に対するリーフ上の波高分布を示す。同図から、リーフ長 $R=4.2\text{m}$ および $R=5.7\text{m}$ におけるリーフ上の相対波高 $H_{1/3}/H_0'$ は、高山ら(1977)が言及したように、砕波による急激な波高減衰ののち、再生域では穏やかに減衰を続けながら、水深に依存する値へと収束していることがわかる。一方、リーフが短い場合、相対波高は十分に減衰しておらず、特に、 $R=1.2\text{m}$ のときの護岸前面の相対波高は $R=4.2\text{m}$ の場合の約 2 倍となっている。図-3 は、Case 03 に対する長周期波成分の波高分布である。なお、本研究では、水面変動量の生データに 0.2Hz のローパスフィルタを施すことによって長周期波の波形を抽出し、波高 $H_{\text{long},1/3}$ を算出している。

図-3 から、長周期波成分の相対波高 $H_{\text{long},1/3}/H_0'$ も、図-2 と同様に砕波減衰域で減少している。しかし、図-2 ではみられない傾向として、リーフ上において長周期波成分の相対波高は変動を伴いながらも増大傾向を示し、護岸直前で最大値をとっている。また、リーフ長が短いほど長周期波成分の相対波高は護岸前面で大きくなる傾向がみられる。ただし、この変動の発生原因などについては今後の検討課題である。

リーフ長の違いによる越波量低減効果を明らかにするため、相対リーフ長 R/h_{reef} と無次元平均越波流量 $q/\sqrt{2gH_0^3}$ の関係を図-4 に示す。同図より、リーフが長くなるほど無次元平均越波流量は指数関数的に小さくなる。これは、図-2 の結果からもわかるように、リーフ地形による波高減衰効果のためであると考えられる。また、同じ波形勾配である Case 02 と Case 03 について比較すると、有義波周期が長い Case 03 の方が無次元平均越波流量の減少率は小さい。また、同じ周期である Case 02 と Case 05 について比較すると、波形勾配が大きい Case 05 の方が無次元平均越波流量は小さくなることわかる。

4. おわりに

本研究では、リーフ地形に設置された直立護岸周辺の波浪・越波特性をリーフ長と関連づけて水理模型実験により検討した。その結果、リーフ長による護岸前面での波高減衰効果が明らかになった。さらに、長周期波成分の相対波高は変動を伴いながら増大することがわかった。また、越波流量はリーフが長くなるほど指数関数的に減少し、リーフ地形による越波低減効果が示された。しかし、長周期波が及ぼす越波特性への影響を評価するまでに至っておらず、今後の検討課題である。

参考文献: [1]仲座栄三・日野幹雄(1988): 海岸工学論文集, pp. 202-206. [2]Nakaza, E., Tsukayama, S., and Hino, M. (1990): Proc. 22nd Int. Conf. Coastal Eng., pp. 734-756. [3]高山知司・神山 豊・菊池 治(1977): 港湾技術研究所資料, No.278, pp. 3-32.

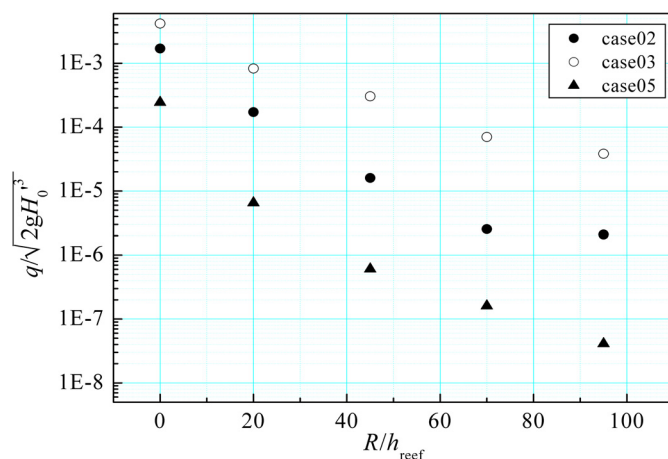


図-4 無次元平均越波流量と相対リーフ長との関係