リーフ上における個々波の変形に関する模型実験

水産工学研究所　正会員　中山哲巖、　正会員　○宮地健司
（株）復建調査設計　正会員　槙本一徳
（株）国際気象海洋　小林　学

1. はじめに

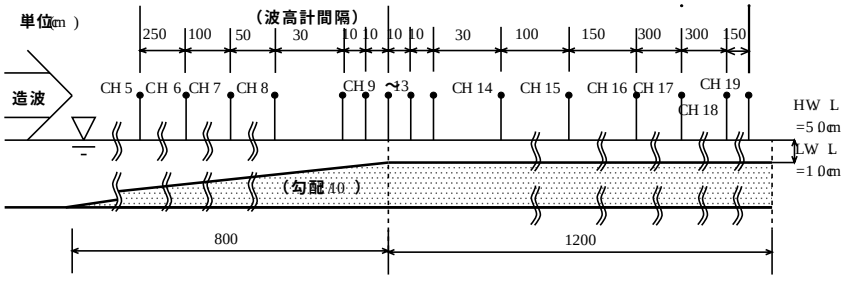
南西諸島で見られるようなサンゴ礁（リーフ地形）海岸では、台風などの荒天時に異常な水位の上昇が発生することが知られており、それによる堤防の倒壊といった災害の報告例も多く寄せられている。

これらは、来襲波群が外力となり共振現象として発生したサーフビートなどのいわゆる長周期波が主な原因として考えられており、リーフ上での波浪の変化が海岸構造物に対して、波圧等の面でどのような影響を及ぼすのか、またそれに対するための新たな設計手法を検討する必要がある。

本研究はその第一段階として、リーフ上における個々波の波高、水位上昇、周期といった波浪変化について明らかにするために模型実験を行ったものである。なお実験結果については合田[1)]、高山ら[2)]、中座ら[3)]、及び漁港構造物標準設計法[4)]による算定方法との比較を行っている。

2. 実験の内容

図-1に実験装置の概要を示す。実験は水産工学研究所内の造波水槽内（長さ102m、幅1m）で行い、現地との縮尺は1/50、リーフの斜面部は勾配を10%としている。波高計は沖波測定用の4台（CH1～CH4）を含む19台を使用、また実験波にはBretschneider－光易型の不規則波を用い、換算沖波波高と周期について表-1に示す12ケースと水深を2ケース組み合わせて行った。本報告ではリーフ上の個々波の挙動を問題にしているため、実験結果についてはWavelet-Filterにより短周期波成分（個々波）と長周期波成分（サーフビート）とに分離して整理している。分離の境界については測定結果のスペクトル形状などから判断して、本実験では入射波の有義波周期の3倍としてみた。



図－１　実験装置概要

換算沖波波高 H0'		周　期　T0'			
現　地		10s	12s	14s	16s
模　型		1.41s	1.70s	1.98s	2.26s
2.5m	5.0cm	1－1			
3.75m	7.5cm	1－2	2－1		
5.0m	10.0cm	1－3	2－2	3－1	4－1
7.5m	15.0cm		2－3	3－2	4－2
8.75m	17.5cm			3－3	
10.0m	20.0cm				4－3

表－１　実験波浪ケース

3. 実験結果及び考察

(1)波高変化の実験結果

図-2～5に波高変化の実験結果について一例を示す。リーフ上での波高は水深波高比(h0/H0')の違いによりその大きさが異なる。水深が浅い、入射波高が大きい等の水深波高比が小さくなる場合には、リーフ上の水深に比して波高が大きいことになり、その結果リーフ斜面において反射などの影響を受け易くなってリーフ上での波高は小さくなる。一方入射波周期についても波高変化を比較してみたが、

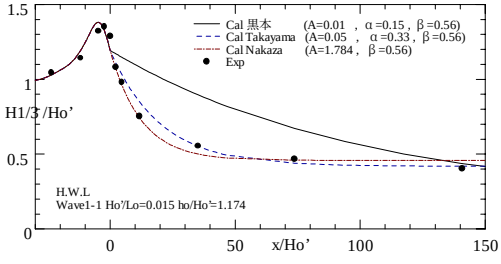


図-2　波高変化(ＨＷＬ，Ｈ０＝2.5m，Ｔ０＝10s，h0/Ｈ０＝1.174)

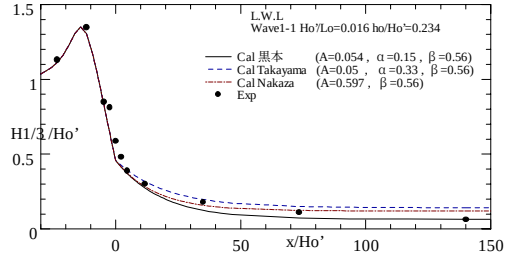


図-3　波高変化(ＬＷＬ，Ｈ０＝2.5m　Ｔ０＝10s，h0/Ｈ０＝0.234)

キーワード　：　リーフ、模型実験、サーフビート、水位上昇
連絡先　：　水産工学研究所　〒314-0421　茨城県波崎町海老台　TEL0479-44-5939　FAX0479-44-1875

殆ど違いは見られなかった。

(2)周期変化

図-6,7に分離前の波の周期変化について、実験結果例を示す。この場合の周期はサーフビートと短周期波の相対的な大きさに関係して変化している。水深が比較的大きな場合は(図-6)、短周期波もサーフビートに比べて大きいためリーフ上での周期の増加はあまり目立たない。一方リーフ上の水深が小さくなると(図-7)、サーフビートが卓越するため、リーフ上での周期はリーフ端で約10倍と著しく大きくなる。図-8の個々波成分の周期変化を見てみると、リーフエッジ周辺で急激に小さくなり、リーフ上では入射波周期の0.5倍程度となる。この傾向は他のケースでも共通して見られている。

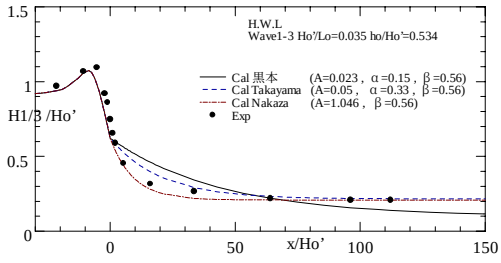


図-4　波高変化(ＨＷＬ，Ｈ０＝５．０ｍ，h0/H0=0.534，T0=10s)

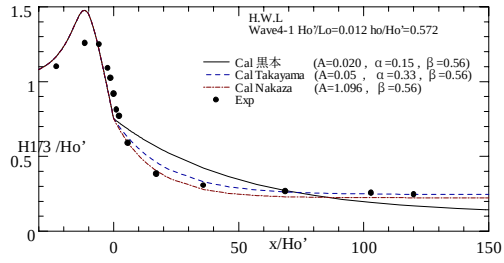


図-5　波高変化(ＨＷＬ，Ｈ０＝５．０ｍ，h0/H0=0.572，T0=16s)

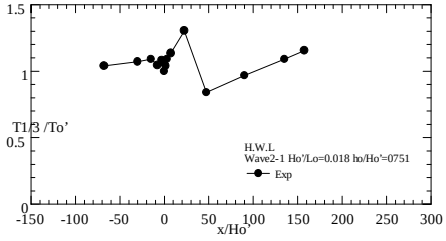


図-6　周期変化(分離前ＷＡＶＥ2-1，ＨＷＬ)

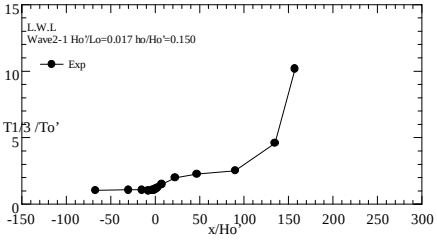


図-7　周期変化(分離前ＷＡＶＥ2-1，ＬＷＬ)

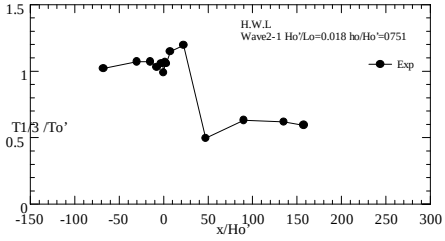


図-8　周期変化(個々波ＷＡＶＥ2-1，ＨＷＬ)

(3)水位上昇量　　図9～11に個々波の水位上昇量の実験結果を示す。水位上昇量は実験時の水深による違いが顕著で（図-9,11)、H.W.L時には入射波高に対して10%～15%、L.W.L時は20%程度の水位上昇が見られる。入射波周期による違いを見てみると（図-9,10)、周期が長くなるにつれて水位上昇量が増加する傾向が見られるが、L.W.L時には入射波周期の違いによる大きな変化は見られなかった。また全ケースで入射波高による違いはほとんど見られなかった。先ほどの周期変化の結果と併せて見ると、サーフビートの影響が大きくなるL.W.L時において大きな水位上昇量が発生していることがわかる。

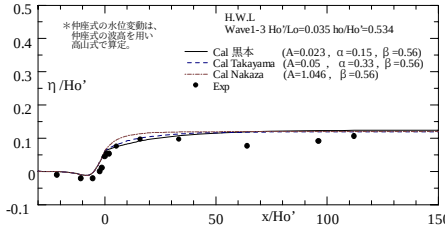


図-9　水位上昇量(Ｈ０＝５．０ｍ，Ｔ０＝10s，ＨＷＬ)

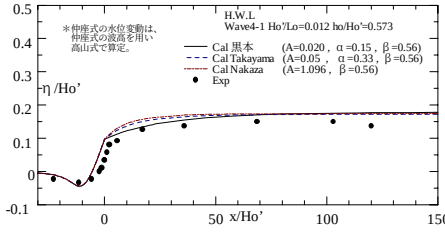


図-10　水位上昇量(Ｈ０＝５．０ｍ，Ｔ０＝16s，ＨＷＬ)

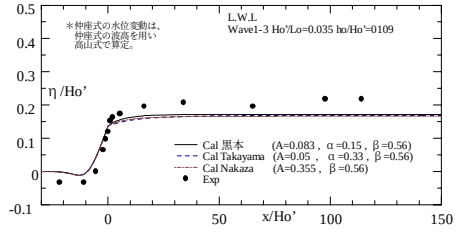


図-11　水位上昇量(Ｈ０＝５．０ｍ，Ｔ０＝10s，ＬＷＬ)

4. おわりに　　本模型実験により、リーフに波が進入した際に起こる波高、周期、水位上昇などの波浪変化について、その特性を把握することができた。今後は引き続き長周期波（サーフビート）成分の検証や、堤体模型を用いた波圧測定を行い、サーフビートが波圧に与える影響について明らかにしていきたい。

参考文献　１）合田良実：浅海域における波浪の砕波変形：港湾技術研究所報告，第14巻第3号，pp60-106，1975年9月
２）高山知司・神山豊・菊地治：リーフ上の波の変形に関する研究，港湾技研資料，No278，1977年9月.
３）津嘉山正光・中座栄三・我喜屋邦浩：リーフ上の波の変形に関する研究，海岸工学論文集，第36巻，pp70-74，1989年.
４）水産庁監修：漁港の技術指針，(社)全国漁港協会，pp737-740，1999年11月.