

浦富海岸における長周期水位変動の観測

鳥取大学大学院 正会員 ○太田隆夫・木村 晃
向洋電機 (株) 竹見祐一郎

1. はじめに

サンゴ礁などによる天然のリーフ海岸では、サーフビートと呼ばれる長周期（数分程度）の水位変動が顕著に発生することが、日野ら（1989）、仲座ら（1994）によって報告されている。波浪制御および漂砂制御を目的として、多数施工されている人工リーフにおいても、背後の海岸で同様の現象が発生する可能性が指摘されており、水理模型実験では長周期水位変動が確認されている（間瀬ら、2003）。しかし、現地における発生の有無や条件などは明らかにされていない。本研究では、人工リーフが設置されている鳥取県浦富海岸において、汀線付近をビデオ撮影して長周期水位変動の有無を調べ、発生が確認された場合はその変動量（波高）、発生間隔（周期）および継続時間を計測する。また、全国港湾海洋波浪情報網（NOWPHAS）の波浪観測データを用いて、発生条件を検討する。

2. 観測および計測方法

現地観測は、鳥取県東部に位置する岩美町の浦富海岸で実施した。この海岸は、東西両端を岩礁に囲まれた約 1.4km の砂浜海岸で、そのほぼ中央に天端水深 2m、天端幅 30～50m、堤長 400m の人工リーフが 2 基設置されている。汀線付近のビデオ撮影は、2 基のリーフ間の開口部背後あたりにある階段護岸を対象として行った。ビデオ撮影時間は 1 回の観測につき 30 分間とし、2008 年 10 月末から 2009 年 1 月末までの間に、高波浪であるときを主として、合計 10 回の観測を実施した。表 1 に、観測日時、NOWPHAS の兵庫県柴山港における連続観測データ（20 分ごと）による同時間帯の有義波高 $H_{1/3}$ 、有義波周期 $T_{1/3}$ および長周期（30s 以上）波高 H_L を示す。本来ならば、最寄りの鳥取港での波浪データを用いるところであるが、長期欠測のためにつきに近い観測地点のデータを使用している。撮影したビデオ画像は、DV テープからパソコンに取り込んで解析に用いた。この画像から、まず長周期水位変動の有無を判定し、発生している場合は階段護岸の段差を利用して変動量を計測することとした。なお、事前に行った測量の結果、階段護岸の 1 段あたりの高さは約 22cm であった。

3. 観測結果および解析

撮影したビデオ画像で、長周期の水位変動が明確に見られた観測日は、12/6、26、1/13 および 31 であった。ただし、1/31 の画像で確認できたのは 1 回だけである。このうち、水位変動が最も顕著であった 1/13 の画像から、水位低下時と上昇時の様子を図 1、2 に示す。図 1 中の①は、階段護岸の 1 段目を表している。水位低下時には、護岸前の海底面が露出しているが、上昇時には護岸の 9～10 段目まで波が打ち上がっているのがわかる。水位の上昇量は、1 回の長周期変動で最も水位が高くなっているときの平均的な水位を、階段護岸を使って読み取った。護岸の n 段目までが水没している場合、 $(n+0.5) \times 22(\text{cm})$ の高さまで水位が上昇したものと見なした。また、水位低下時に図 1 のように護岸前の海底面が露出した場合には、画像から水位を計測できないため、1 段目から 22cm 下がったところを低下時の水位とし、上昇時の水位との差を長周期水位変動の波高とした。また、水位上昇時に遡上してきた波の先端が護岸 1 段目に達したときを開始、つぎに 2 段目が現れたときを終了として、水位上昇の継続時間と発生間隔（周期）を計測した。

表 1 観測日時と波浪データ

年月日	観測時間	$H_{1/3}$ (m)	$T_{1/3}$ (s)	H_L (m)
2008/10/30	11:32～12:02	1.37	7.4	0.05
2008/11/5	14:42～15:12	0.64	6.3	0.05
2008/11/8	11:19～11:49	1.83	6.7	0.09
2008/11/20	10:06～10:36	2.38	8.0	0.11
2008/11/30	15:12～15:42	3.27	9.8	0.13
2008/12/6	11:06～11:36	3.33	8.7	0.13
2008/12/26	9:47～10:17	4.46	9.6	0.18
2009/1/12	11:16～11:46	3.55	9.2	0.12
2009/1/13	10:08～10:38	4.50	10.9	0.18
2009/1/31	13:27～13:57	5.28	10.3	0.22



図-1 水位低下時



図-2 水位上昇時

ただし、水位の上昇時とは異なり、下降は短時間（数秒程度）のうちに起こらないため、終了時の判定は難しい。表-2に、各観測日に確認された長周期水位変動の回数 N 、長周期有義波高 $H_{L1/3}$ 、平均継続時間 \bar{T}_d 、平均発生間隔（平均周期） \bar{T} を示す。 $H_{L1/3}$ は、計測した長周期水位変動の波高のうち、上位 1/3 の平均をとったものである。 \bar{T}_d は 40s 程度、 \bar{T} は 90~120s 程度であるが、特に発生間隔では約 40~240s とばらつきが大きかった。

つぎに、観測した $H_{L1/3}$ と、合田（1975）の経験式によるサーフビートの有義波高 $H'_{L1/3}$ との比較を行った。この経験式は、式（1）のように表される。

$$H'_{L1/3}/H'_0 = 0.04 \sqrt{\frac{H'_0}{L_0} \left(1 + \frac{d}{H'_0} \right)} \quad (1)$$

ここに、 H'_0 ：換算沖波波高、 L_0 ：沖波波長、 d ：水深である。表-1に示した $H_{1/3}$ を H'_0 、 $T_{1/3}$ を用いた沖波波長を L_0 、 $d=0$ として計算を行った。表-2に $H'_{L1/3}$ の値も合わせて示してあるが、12/26を除いて、 $H_{L1/3}$ と $H'_{L1/3}$ はよく一致している。

4. 長周期水位変動の発生条件の検討

長周期水位変動の発生条件について、NOWPHAS のデータを用いて検討を行った。まず、沖波での波高については、表-1に示したように、本研究で得られたデータでは $H_{1/3} > 3.3\text{m}$ で発生している。また、NOWPHAS のホームページには、各観測時間帯（20分間）での波浪成分として、6s以下、6~8s、8~10s、10~15sおよび15~30sの周期帯別の波高が掲載されており、このデータから8s以下を風波、8~30sをうねりとして、各周期帯波高の二乗和の平方根を求めて、風波成分の波高 H_w とうねり成分の波高 H_s とした。 $H_{1/3} > 3.0\text{m}$ である観測日について、有義波の沖波波形勾配 $H_{1/3}/L_{1/3}$ 、 H_w 、 H_s および H_w/H_s の値を表-3に示す。 $L_{1/3}$ は、 $T_{1/3}$ から求めた沖波波長である。この結果からはっきりした傾向は見出せないが、 $H_{1/3} > 4.0\text{m}$ の場合（12/26、1/13、1/31）では、 $H_{1/3}/L_{1/3}$ と H_w/H_s が小さい、すなわちよりうねり性が高い波である場合に、長周期

表-2 長周期水位変動の特性値

年月日	N	$H_{L1/3}$ (m)	\bar{T}_d (s)	\bar{T} (s)	$H'_{L1/3}$ (m)
2008/12/6	19	0.84	42	93	0.79
2008/12/26	19	0.84	37	84	1.01
2009/1/13	15	1.17	37	123	1.16

表-3 波形勾配と周期帯別波高

年月日	$H_{1/3}/L_{1/3}$	H_w (m)	H_s (m)	H_w/H_s
2008/11/30	0.0218	1.82	3.07	0.59
2008/12/6	0.0282	2.13	2.73	0.78
2008/12/26	0.0310	2.58	3.94	0.65
2009/1/12	0.0269	2.02	3.11	0.65
2009/1/13	0.0243	2.35	3.98	0.59
2009/1/31	0.0319	2.89	4.58	0.63

水位変動が顕著になると見ることもできる。

5. おわりに

人工リーフが設置された海岸において、ビデオ画像による汀線付近の水位観測から、長周期変動が発生する場合のことが確認された。その変動量（波高）は、サーフビートの波高に対する経験式で得られる値とほぼ一致したが、長周期水位変動の発生条件を明らかにすることはできなかった。高波浪時に観測できる機会は限られているが、さらにデータを蓄積していく必要がある。また、今後、長周期変動の発生メカニズムについても検討を行う予定である。

【参考文献】

- 港湾空港技術研究所：全国港湾海洋波浪情報網（NOWPHAS），リアルタイムナウファス，
<http://nowphas.mlit.go.jp/index.html>
- 合田良実（1975）：浅海域における波浪の碎波変形，港湾技術研究所報告，第14巻 第3号，pp.59-106.
- 仲座栄三・津嘉山正光・田中 聡（1994）：リーフ海岸における波・サーフビートに関する研究，海岸工学論文集，第41巻，pp. 86-90.
- 日野幹雄・仲座栄三・与儀実和（1989）：リーフ地形海岸における Bore 状サーフビートに関する研究，海岸工学論文集，第36巻，pp. 75-79.
- 間瀬 肇・宮平 彰・桜井秀忠・井上雅夫（2003）：汀線近傍の護岸への不規則波の打上げに関する研究－算定打上げ高と不規則波の代表打上げ高の関係－，土木学会論文集，No. 726/II-62，pp. 99-107.