

## 円錐構造物周りの屈折波浪の計測法

北海道大学 学生会員 ○ 中山 隆仁  
 北海道大学 正会員 猿渡 亜由未

## 1. はじめに

低炭素社会の実現が世界的に進められる中、近年自然エネルギー発電の一つである波力発電に関する研究が活発に行われている。波力発電装置には、様々な機構のものが提案されているが、中でも越波型の波力発電装置は発電効率や暴波浪へのロバスト性、メンテナンス性などが他タイプのデバイスに比べ有利であると言われている。越波型の装置はリザーバに貯水された越波水塊の位置エネルギーにより内部のタービンを駆動するものであり、沿岸設置を想定した護岸固定タイプや外洋設置を想定した浮体タイプなどが提案されている。Liu et al.<sup>3)</sup>が提案した浮体タイプの越波型波力発電装置である **Circular Ramp Overtopping Wave Energy Converter (CROWN)** はリザーバを取り囲むように設けられたスロープの効果により入射波を屈折させ、効率的に波エネルギーをリザーバに集中させ得るものであるが、波エネルギーの集中効果については十分に検討されていないのが現状である。このような円錐形のスロープを通過する波浪の屈折については **Ray theory** により理論解を求めることも可能ではあるが<sup>2)</sup>、屈折波同士が干渉する円錐背後では理論解が導出できない領域が発生し得る為、波の集中現象について詳細に検討するためには水理実験により現象を再現する必要がある。

本研究では装置周辺のスロープ上で屈折する波浪の水面を水理実験において非接触で線計測をするための方法を提案すると共に平面的な波浪の屈折現象の基本的な特徴を調べることを目的とする。

## 2. 実験方法

全長 152cm、幅 90cm の平面水槽中央に底面半径 16cm、高さ 16cm の円錐を設置し実験を行った。ここで、岸沖方向に  $x$  軸、スパン方向に  $y$  軸を定義する。水槽内には 5mg/L のウラン水溶液(ピーク吸収波長 494nm、ピーク蛍光波長 521nm) 水深を 5cm で満たし、水槽上部から  $x$  軸と平行にレーザーシート(波長 532nm) を照射し、シート面の溶液を励起発光させた。励起発光する溶液はレンズ前面に光学フィルターを装置した CCD カメラを水槽側方に設置し撮影した。レーザーシート位置は  $x, y$  方向にトラバースすることにより、円錐周囲の水位変動の平面分布を測定した。入射波の条件は周期 0.4s, 0.8s, 1.3s (それぞれ波高 7mm, 9.5mm, 10.2mm) の 3 ケースとし、それぞれ少なくとも 2 回以上の試行実験を行った。

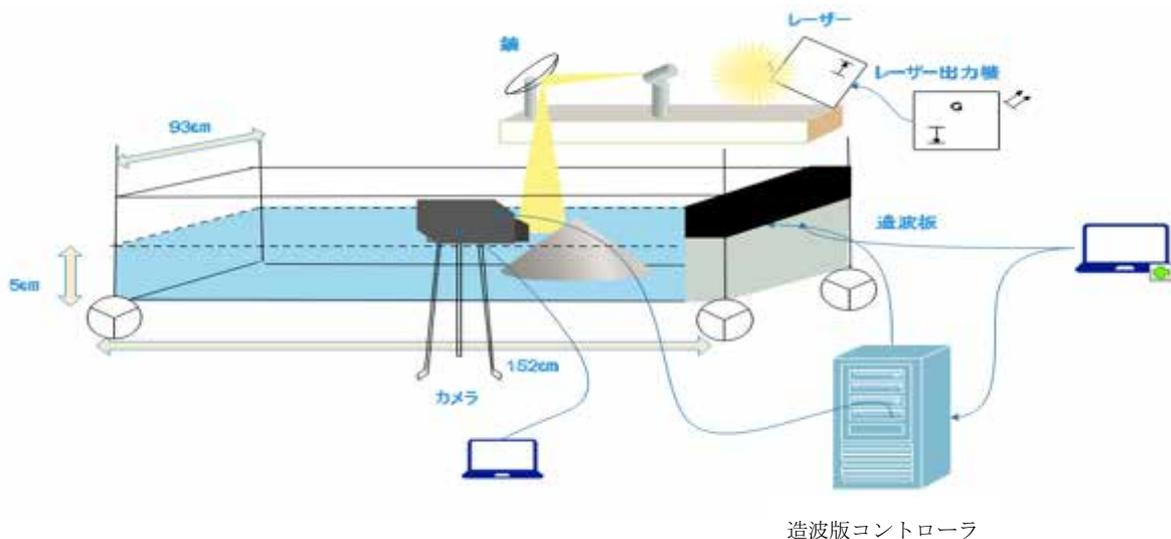


図-1 実験装置

キーワード 飛沫, 気象モデル, Weather Research and Forecasting model, 台風, 移流拡散方程式  
 連絡先 〒060-8628 札幌市北区北 13 条西 8 丁目 北海道大学大学院工学研究院 TEL: 011-706-6183

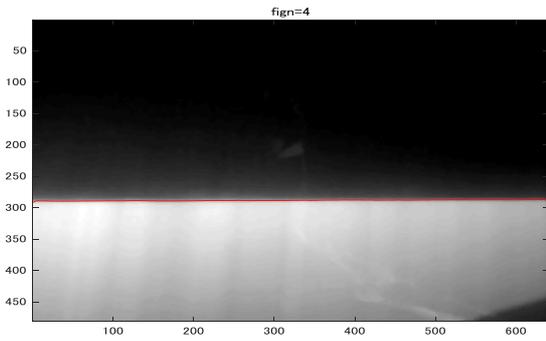


図-2 典型的な撮影画像の一例と、検出された水面(赤線)

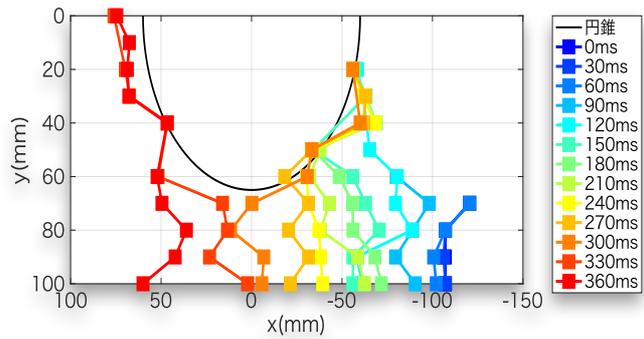


図-3 実験結果から求めた時々刻々の波峰位置

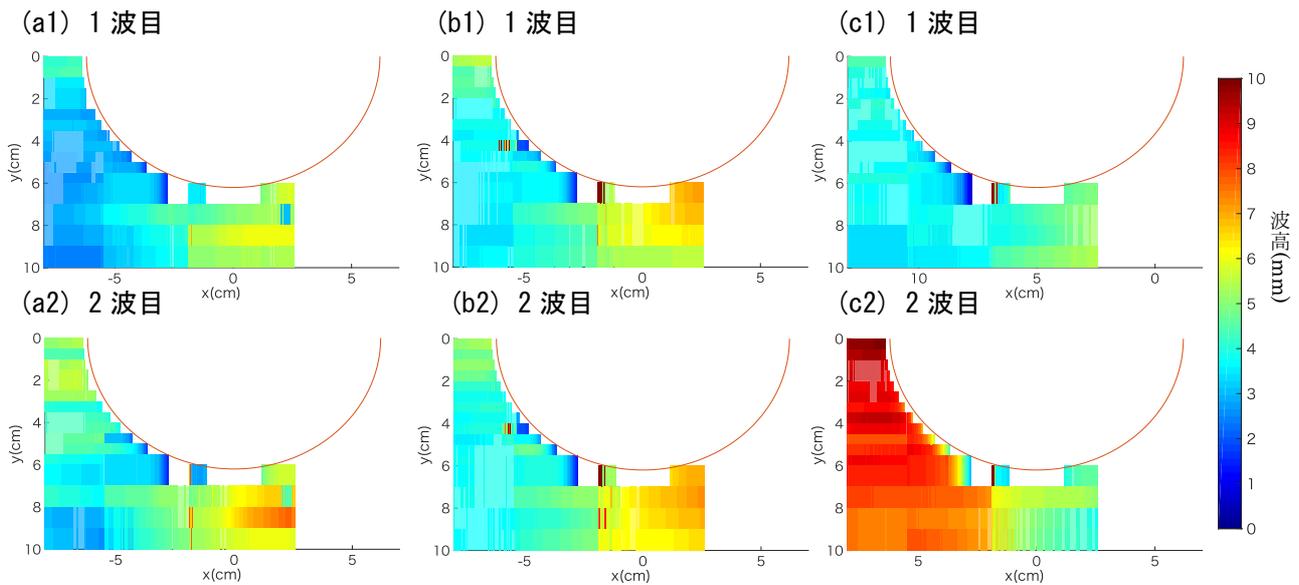


図-4 本実験の画像計測により求められた円錐周辺の波高分布. (a)  $T=0.4s$ , (b)  $T=0.8s$ , (c)  $T=1.3s$

### 3 画像解析法

レーザー誘起蛍光法によりレーザーシート上の波面形状を検出する可能にした。撮影画像にメディアンフィルターをかけノイズ処理を行ったのち、画像輝度の勾配がピークとなる位置をサブピクセル精度で検出し、そこを水面と定義した(図-2参照)。本方法により検出された水位変動は、容量式波高計による測定結果を概ね再現することを確認している。

### 4 計測結果

円錐模型周辺における水位変動を面的に測定することができた。沖側から入射した波は、円錐に沿って屈折しながらその背後領域へと伝搬していく。水位の測定結果から波峰を追跡すると、円錐側面( $x=0$ )から徐々に波向きが変化していく様子がわかる(図-3)。円錐側方から背後に向かうに従い波高は減衰していくものの、円錐背後では両側からの屈折波同士が重なり局所的に波高が増大する(図-4)。本研究の方法により、円錐構造物による波エネルギーの集中効果を定量的に測定することが可能となる。

### 参考文献

2)Liu, Cho, Briggs, Kanoglu and Synolakis. Runup of solitary waves on a circular island. J. Mech., Vol. 302, pp. 259-285, 1995.  
 3)Liu, Shi, Cui, and Kim. Experimental study on overtopping performance of a circular ramp wave energy converter. Renewable Energy, Vol. 104, No. Supplement C, pp. 163 - 176, 2017.