

## 体験型講義教材としてのポータブル風洞水槽の作成と波浪制御コンテストの提案

環境システム工学科 山田文彦

### 1. 緒言

近年環境問題へ関心の高まりとともに、土木環境分野での基礎学問として水理学関連項目（水理学、海岸工学、河川工学等）の重要性が再認識<sup>4</sup>されている。しかしながら、学生アンケートの結果から判断すると、座学中心の講義においては、実際の水理現象を頭の中でイメージすることができないため、数式を多用した難解な科目として水理学関連項目は敬遠される傾向が強い。この問題を解決するためには、実現象を「観察」・「体験」し、興味を惹きつけることが、学生の理解度向上にとって重要なプロセスであると考えられる。このため、多くの大学・高専では水理実験等が行われているが、水理現象の再現には大掛かりな装置が必要になり、座学中心の講義の中に実験要素を取り込むことは容易ではない。

そこで、新たな試みとして、持ち運びが可能で、講義中に学生自身が操作し、実験的に浅海域での波浪変形現象を体験できる「水面波投影装置」と「風洞・造波水槽」を設計し、ものづくり講義を通して学生とともに作成した。海岸工学関連の講義やオープンキャンパス等で実際に使用するとともに、この装置を用いて得られた実験画像をアニメーション化してホームページに公開することで、電子教材としての利用も試みており、学生や一般の方からは視覚的に現象が理解しやすく、興味を持ったなど、好評であった。

### 2. 実施概要

1) 水面波投影装置の概要<sup>2)</sup>：図-1, 2 に水面波投影装置の概略図を示す。特徴としては、スピーカーの上下振動を利用して波を造波し、平面水槽上方から点光源を照射することで、水表面の凹凸に応じた光と影の濃淡画像が水槽架台内に斜めに設置した鏡によって90度前面に反射され、前面のスクリーン(20cm×20cm)上に投影される。平面水槽(アクリル製)のサイズは縦横25cm、高さ3cm、また水槽架台(アクリル製)は縦横高さともに20cmであり、非常にコンパクトである。また、波源部分を付け替えることで点源波・平面波など数種類の波を発生させることができ、周期、振幅とも微調整可能である。

2) 風洞・造波水槽の概要：図-3, 4 に風洞・造波水槽の概略図を示す。特徴として1つの水槽で風による波と造波板による波の両方を発生させることができる。水槽のサイズは長さ1m、高さ50cm、幅25cmと卓上に置けるサイズである。両側の側壁に設置した2台のファンモーターにより最大10m/sまでの風速が可変可能で、また、電動シリンダを用いた造波板では周期は0.5-10s、振幅は0-20cmまで調整可能である。

### 3. 実験結果および考察

水面波投影装置の実験結果を図-5に示す。図(1)～(4)のように平面水槽内に構造物を置くことによって、画面上方から入射した波が回折、屈折、反射の様子を容易に観察できる。学生は実験中であっても、自由に構造物の配置を変更することができ、例えば、2つの防波堤の間隔によって回折波の伝播過程が大きく変化することを、実体験を通して習得できる。

風洞・造波水槽の実験結果を図-6に示す。図(1)は風で生じる波の伝播、図(2)は造波板による波の伝播過程の実験結果である。図(3)は水槽中に斜面を設置し、巻き波砕波を再現した状況である。図(4)は水槽中央部に通水孔を有した防波堤模型を設置した結果であり、港外から進入してきた波が防波堤内でエネルギーを減衰し、港内では静穏が保たれる様子が視覚的に容易に確認できる。

今回作成した水槽を用いることで講義中に学生が現象を確認することが可能となり、公開実験では好評であった。また、ホームページによる電子教材を作成し、以下のサイトで公開している。

<http://www.civil.kumamoto-u.ac.jp/coast/>

### 参考文献

- 1)石川忠晴(2000), ながれ, pp. 457-466.
- 2)外村隆臣/中道 誠/山田文彦(2004)/工学教育/52, pp.28-32.

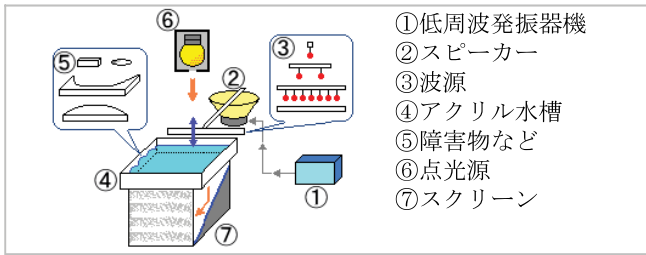


図-1 “水面波投影装置”概略図

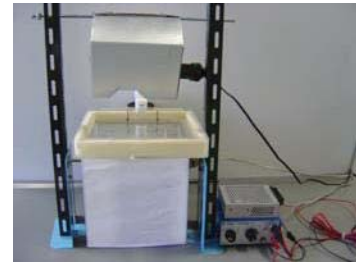


図-2 “水面波投影装置”全景

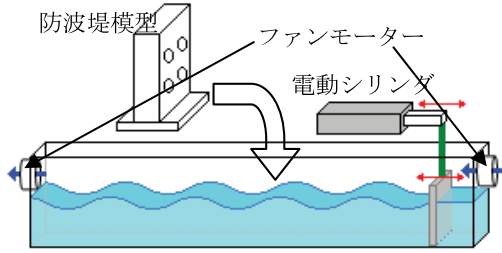


図-3 “風洞・造波水槽”概略図

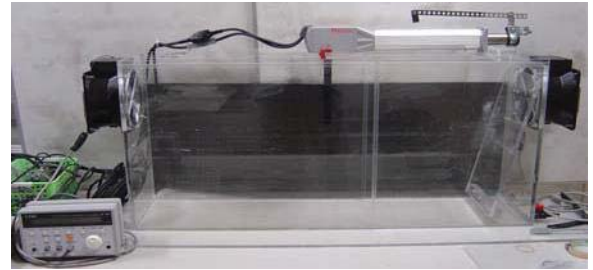
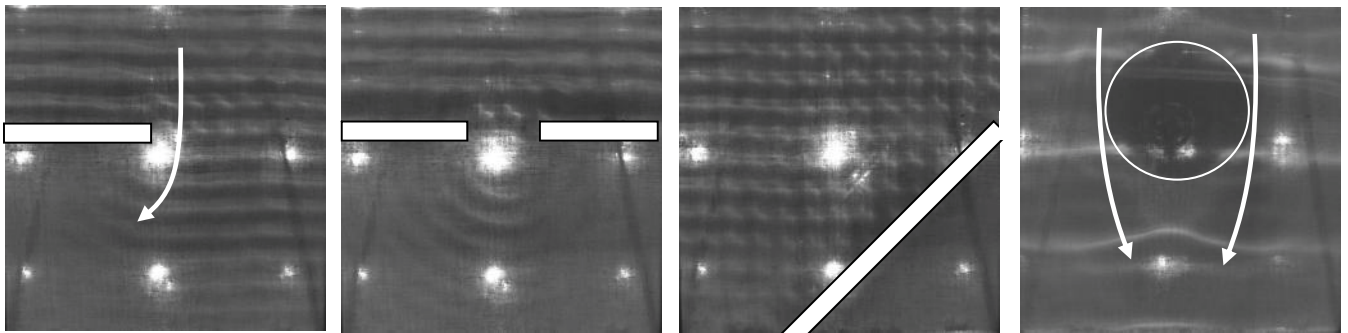


図-4 “風洞・造波水槽”全景



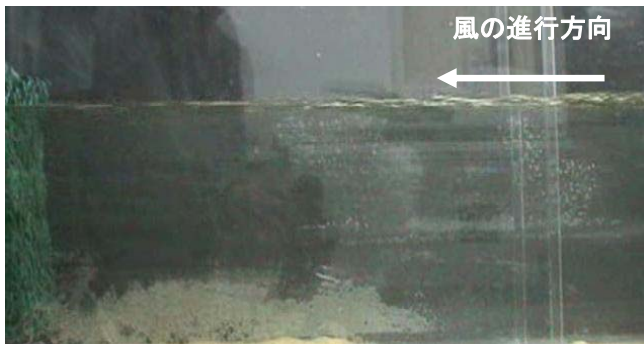
(1) 障害物背後への回折

(2) スリット間の回折

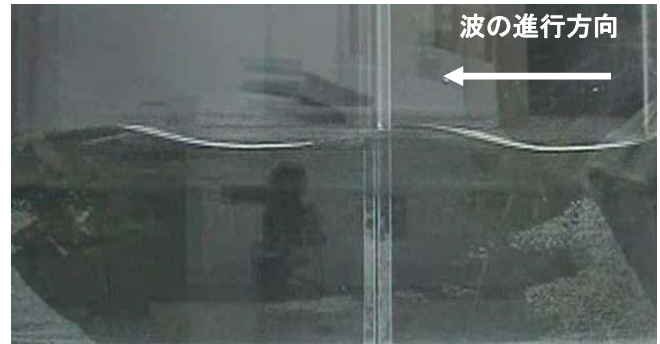
(3) 障害物による反射

(4) 球面浅瀬上の屈折

図-5 “水面波投影装置”での実験結果



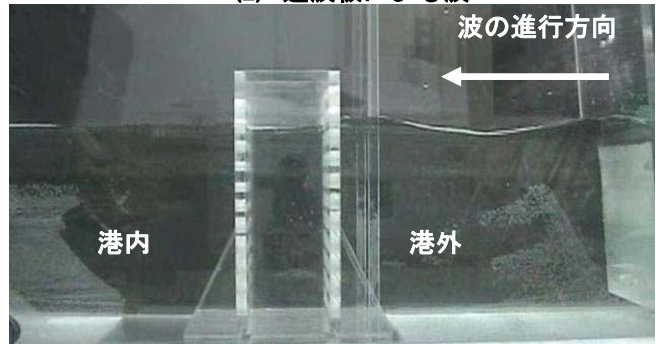
(1) 風による波



(2) 造波板による波



(3) 砕波の様子



(4) 防波堤模型を用いた波の減衰

図-6 “風洞・造波水槽”での実験結果