

ポータブル波浪可視化実験装置を用いた体験型学習について

外村 隆臣*¹, 山田 文彦*²

*¹熊本大学工学部技術部, *²熊本大学大学院自然科学研究科

1. はじめに

近年の環境問題への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科目（水理学、海岸工学、河川工学等）の重要性が再認識されている。しかしながら、学生アンケートの結果から判断すると、数式を多用した座学中心の講義であるため、実際の水理現象をイメージできず、水理学関連科目は難解な科目として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・高専においては、水理実験が講義科目として用意されているが、通常は大がかりな装置が必要となり、講義の中に実験的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、3年前学期に行われるものづくり関連講義と後学期に行われる海岸工学等の講義との講義間の連携を計画し、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ポータブル実験装置「水面波投影装置」と「風洞・造波水槽」を作成した。これら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、電子教材としてホームページに公開した。また、これらの装置やホームページを次学期開講の海岸工学の講義や1年生を対象とした学生実験およびオープンキャンパス等で実際に使用し、学生や一般の方からは視覚的に現象が理解しやすく、興味を持った等、好評であった。この一連の取組みは他の教育・研究機関でも工学教育上、参考にしていただける部分を含むと考えられるので、その内容を紹介することが本稿の目的である。

2. 実験装置の概要

水面波投影装置の概略を図1に示す。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。

風洞・造波水槽の概略を図2に示す。この装置の特徴として、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可能で、また、水槽の長さ1m、高さ0.5m、奥行き0.25mと卓上に置けるサイズであるため、講義室やオープンキャンパス等での移動・設置・使用が容易となるように設計していることである。

3. 実験結果

水面波投影装置で、障害物等による波の反射・回折・屈折などの実験結果を図3に示す。波のドップラー効果、障害物の背後に波が回りこむ回折、入射波と反射波が干渉し、縞模様状に波高が分布する様子、球面浅瀬に沿って波の屈折が生じ、浅瀬背後に波が回りこむ様子がわかる。

風洞・造波水槽を用いた実験結果を図4に示す。波の伝播過程、防波堤の効果で波高が減衰する様子がよく再現されている。このような簡易模型を組み合わせて実験することで、最新の技術の仕組みを視覚的に理解することが可能である。

4. 講義等での利用と実験装置の評価

今回作成した実験装置は熊本大学工学部社会環境工学科の1年生を対象に行った工学の基礎実験や3年生対象の海岸工学で利用しており、1年生対象の工学の基礎実験に関する学生アンケート結果より、概ね好評であったことがわかり、また、自由記載のコメントには、「視覚的に分かりやすく面白い」、「難しかったが興味を持つことができた」、「五感で感じるものが多くて楽しい」、「この装置を先輩学生が講義で作成したことに驚いた」、等肯定的な意見を多くいただいた。この

アンケート結果より、従来の水理実験室での大型水槽を用いたデモと同様、あるいはそれ以上の教育効果が得られることが分かった。さらに、これらの実験装置を用いた画像データをホームページ上に公開することで、学生が簡単に波の現象を確認出来るような教育ツールとして活用できる電子教材を作成している。

5. おわりに

学生が水面波の実現象を、体験を通して容易に理解できるように、学生自らが簡単に操作できるようなコンパクトな「水面波投影装置」と「風洞・造波水槽」とを、ものづくり講義を通して設計し、作成した。このようなコンパクトな実験装置を使用することで、学生は自ら容易に防波堤模型を作成したり、また、それらの組み合わせを自由に変更したりすることが可能であり、そのような状況で波浪がどのような振る舞いを見せるかを定性的ではあるが、実現象を体感できる。大規模実験や数値計算とは一味違った、このようなアナログ的な現象理解が、基礎の学習段階では大変重要と考えられ、他の学会などでもアナログモデル実験の重要性が再認識されつつある。

本論文で紹介した装置の詳細は“ <http://www.civil.kumamoto-u.ac.jp/coast/> ”をご参照いただきたい。

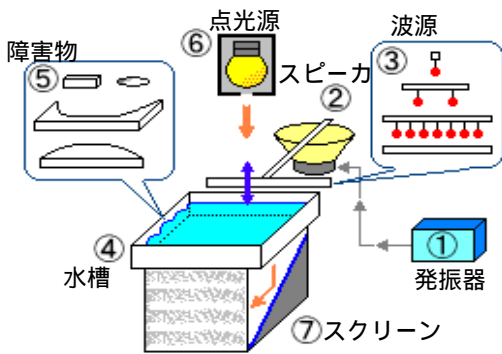


図1 水面波投影装置の概略図

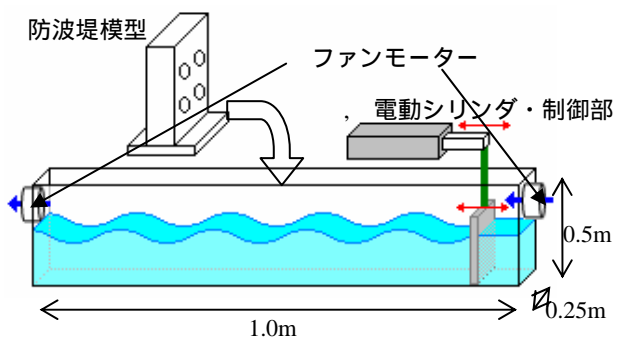
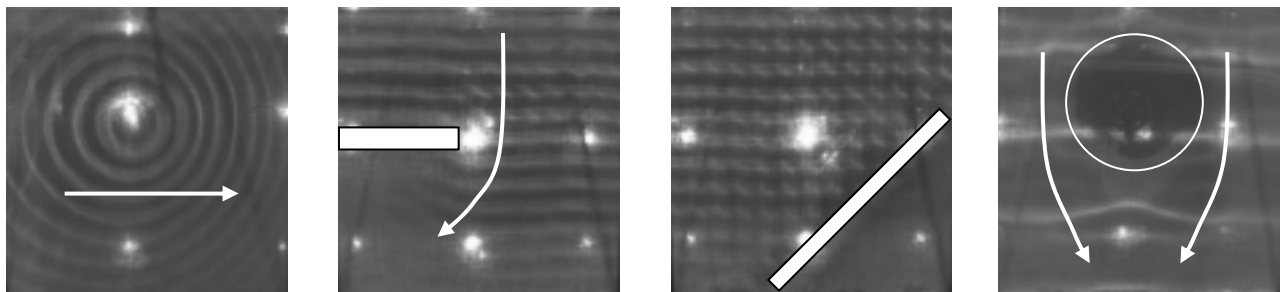


図2 風洞・造波水槽概略図



ドップラー効果
進行方向とその逆側とで波長の違いが確認できる。

回折
障害物の背後に波が回りこむ様子がわかる。

反射
壁からの反射波と入射波が干渉し、縞模様となる様子がわかる。

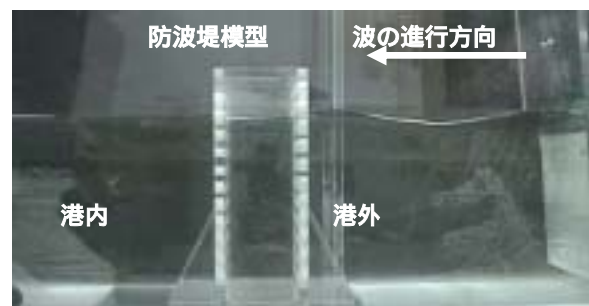
回折・屈折
球面浅瀬に進入してきた波が屈折する様子がわかる。

図3 水面波投影装置の実験結果

(障害物などによる波の変形の平面分布、平面波は図上方から下方に向かって進行)



造波板による波の伝播



軟着堤背後での波高減衰

図4 風洞・造波水槽の実験