講義用教材としての水面波投影装置の画像データの利用について

熊本大学　正会員○外村隆臣，山田文彦
学生員　中道　誠，大石和広，清田泰友，高尾健二,田代哲也，立石孝輔，西　敬浩

1. はじめに

熊本大学工学部環境システム工学科の学生を対象とした，各講義科目の理解到達度アンケート調査結果によると，水理系の科目を非常に難しいと思う学生が多いことがわかった．これは，講義において，数式のみが先行し，実際の水理現象をイメージできないことに大きな原因があると思われる．そこで講義においても，まず実際に生じる水理現象を視覚的に「観察し，理解する」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．

すこし話題は逸れるが，視覚的な現象理解が重要な例として，河川分野での実例を挙げると，アメリカ陸軍工兵隊は，約１万分の１の縮尺で卓上設置可能な移動床水理模型と河床形状の計測システムとを一体化したマイクロモデル [1)]を開発し，河川事業の住民説明に使用している．必要に応じて他分野の研究者や住民が提案する代替案もこの模型で実験を行い，その効果が専門家以外の人たちでも視覚的に容易に理解できるため，合意形成ツールとしてのマイクロモデル有用性を述べている [2)]．

そこで今回は海岸分野の例として，水面波の伝播や変形を取上げ，講義中に学生が操作でき，その様子を視覚的に観察できるように工夫した「水面波投影装置」を作成した．さらに，この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，学生が必要な時に水面波の現象を確認できるように電子教材も作成したので,その取組みについて報告する．

2. 水面波投影装置の特徴とその概要

実験装置の概略図と全体図を**図-1・写真-1** に示すが，本装置の特徴は以下の４点に集約できる．

Ⅰ：スピーカーの振動を利用して造波させる．

Ⅱ：点光源を照射し，光が波を通過する際に屈折率の相違などで通過光の輝度に濃淡が発生することを利用し，視覚的な現象理解を向上させた．

Ⅲ：造波部分（アタッチメント）を変えることで，1 点, 2 点, 多点波源, 平面波など数種類の波を造波可能である．

Ⅳ:今回は卓上で使用できるスクリーンを作ったが，水槽を OHP 上に載せることで大型スクリーンにも投影可能である．

次に，**図-1** の各部の概要は以下のとおりである．

①低周波発振器：スピーカーに信号を送る．

②スピーカー：低周波発信器からの信号を上下振動に変え，波を発生する．波高・周期も変更可能．

③波源部：身近な材料（発砲スチロール・針）使用．

④アクリル水槽：25cm×25cm×4cm のアクリル製の水槽．内側面にスポンジを貼り，反射を抑える．

⑤障害物：アクリル等で作成した障害物を水槽内に設置し，波の屈折・回折・反射などを再現．

⑥点光源：電球を耐熱性の厚紙で囲み，1 部に穴をあけ，点光源を発生．

⑦スクリーン：透明ボックスの 1 面に白布を貼りスクリーンとし，他 3 面は黒紙で覆う．内側に鏡を斜めに取付け，光の濃淡をスクリーンに投影．

3. 実験結果と考察

まず，波源の違いによる波の平面的な様子を**図-2** に示す．(1)は１点からの波紋が広がる球面波を示し，(2)より 2 点からの波が干渉する様子が観察できる．(3)では多点から発生した波が，遠方に行くほど平面波に近づくホイヘンスの原理が確認できる．また，(4)では波峰線が直線で平面波が再現されている．

次に，障害物による波の回折・反射・屈折などの実験結果を**図-3** に示す. (1)は水槽の中央左側に直線障害物を設置し，平面波を入射した場合で，障害物の背後に波が回りこむ回折が確認できる．(2)は水槽の中央に両側から隙間を残して直線障害物を設置し，平面波を入射したもので，隙間から入射した波が放射状に球面波として伝播する様子がわかる．

キーワード　水面波，水面波投影装置，講義用電子教材，濃淡画像，ホームページ
連絡先　〒860-8555　熊本市黒髪 2-39-1　熊本大学工学部環境システム工学科　TEL：096-342-3546

(3)は水槽の右下部に斜めに直線障害物を設置し，平面波を入射したもので，入射波と反射波が交差する様子がよくわかる．(4)は没水した球面状の浅瀬に平面波を入射した場合で，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．

以上のように，今回の水面波投影装置を用いることで学生が簡単に水面波の現象を再現でき，教材としても十分に利用可能であることが確認できた．

また，この装置を用いた画像データをホームページ上で公開し，学生が実験装置を使用しなくても簡単に現象を確認できるような電子教材[3)]を作成した．

この画像サンプルの詳細は以下のサイトの“水面波投影装置”をご参照ください．

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

なお，これらの結果は３年前期開講の社会基盤設計演習を通して得られたものである．

【参考文献】

1. 宇塚公一, 和田一範（1999）ダム技術, pp. 15-22.
2. 和田一範, 岡安徹也, 浜口憲一郎, 市山誠（2001）河川技術論文集, pp. 497-500.
3. 外村隆臣, 山田文彦（2004）工学教育投稿審査中

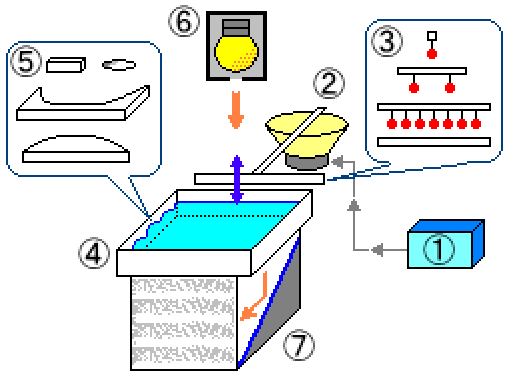


図-1　概略図

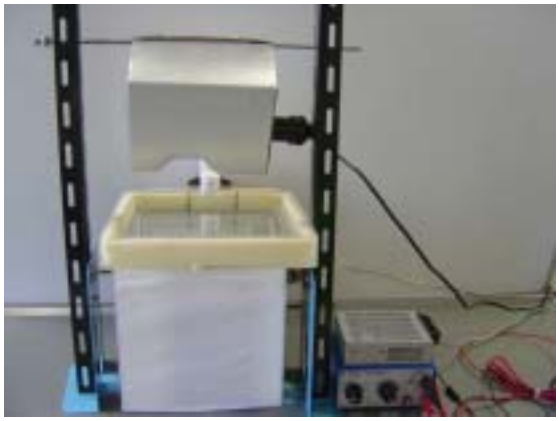
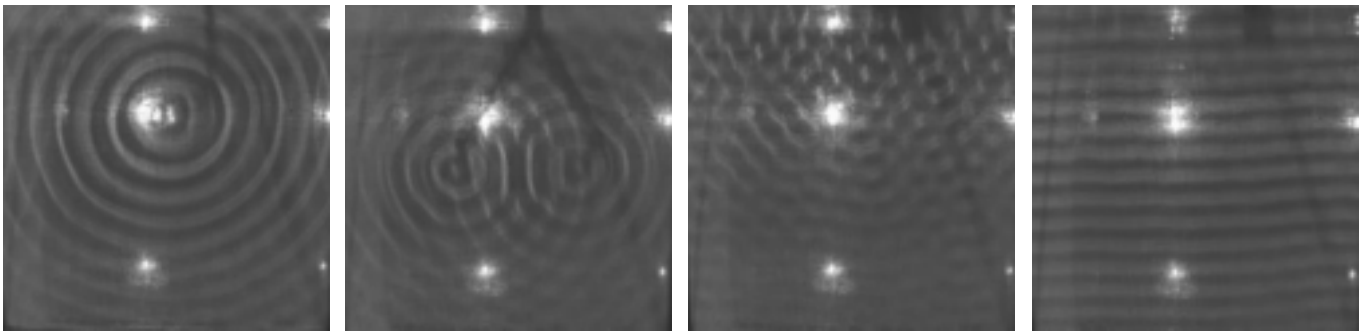
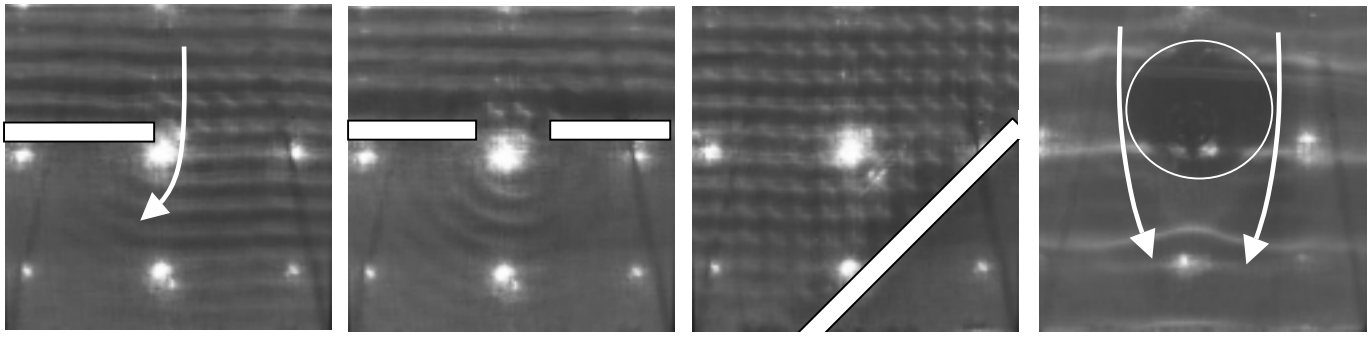


写真-1　全体図



(1) １点波源　(2) ２点波源　(3) 多点波源　(4) 平面波

図-2　波源の種類による波の平面分布の相違　（入射波は写真上方から下方に向かって進行している）



(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-3　障害物まわりの平面的な波の変形　（入射波は写真上方から下方に向かって進行している）