

## 孤立波の波速・波形計測について（その2）

油布, 圭  
九州大学応用力学研究所技術室

<https://hdl.handle.net/2324/1786641>

---

出版情報：九州大学応用力学研究所技術職員技術レポート．14，pp.1-4，2013-03．九州大学応用力学研究所  
バージョン：  
権利関係：



## 孤立波の波速・波形計測について（その2）

油布 圭

### 要旨

現在、当研究所では実験水槽内で2つの孤立波を発生させて、その相互作用を観察する研究が実施されている。この研究を進める上で、孤立波を発生させる2台の造波装置を実験水槽内に設置した。

孤立波の波形や波速は、造波板の動作条件や水深により変化することが知られている。よって今回、孤立波発生装置の性能や上記研究に適した孤立波の発生条件を調べるために、孤立波を発生させて条件の違いによる孤立波の波形や波速の変化を調べた。また、今後実験を行う上で求めたい波高や波速の孤立波を任意に生成できるように、その傾向に関しても調べた。実験装置の構成等の詳細は前号の技術レポート（vol.13）で述べたので、以下では孤立波の波速や波形に関する実験結果を主に述べる。

キーワード：孤立波・波高計・波速

### 1. 水槽・装置構成等

今回の実験における装置等の概要を記述する。水槽や装置構成の詳細は前号の技術レポートに記述したので参照されたい。

本実験は、九州大学応用力学研究所東アジア海洋大気環境研究センターが所有する沿岸・陸棚域海洋環境実験水槽で実施した。本来、同水槽は海洋環境（風、波、潮流等）を再現して種々の実験を行う目的で設計されているが、本実験では風洞装置など孤立波の生成に関係のない装置は使用していない。同水槽の容積は縦10 m×横3.6 m×高さ1.3 mであり、水槽内にピストン式の孤立波発生装置を2台隣接させて設置している。造波装置のフレームはアルミ構造材を使用し、動作時の衝撃で装置が動かないように水槽壁に固定している。孤立波は、床面と垂直に取り付けた造波板（1.8 m × 0.25 m）を水平移動させることで発生させている。造波装置の駆動部にはACサーボモーターを使用し、PCからの指令により造波板の変位を制御している。また、造波板の変位は双曲線関数に従うように設定している。今回の実験では2台の造波装置は同じ動作をするように設定し、水槽内に一つの大きな孤立波を発生させて計測を行った。

また、波形計測には容量式波高計を用いた。波高計の信号は、水に直接触れるセンサー部（ホルマル線、φ0.2 mm）からヘッドアンプ、波高計本体部分を経由してPCに記録される。装置構成を図1に示す。今回の実験では容量式波高計を造波板から1.5 - 2.4 m離れた区間に0.1 m間隔で10本設置し、その点における孤立波の波形を計測した。

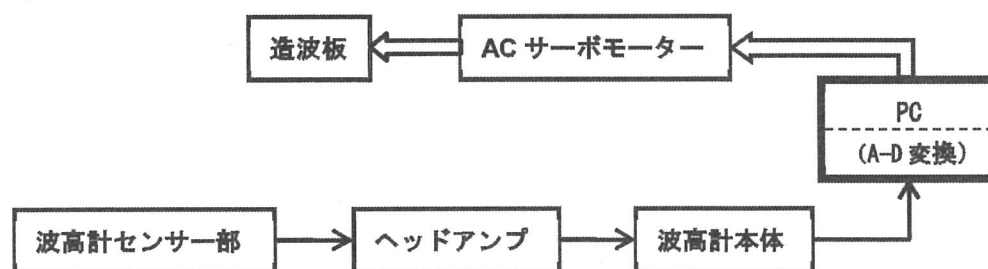


図1. 装置構成

### 2. 計測条件

この実験において、孤立波の波形や波速を決める要因は主に3つ存在する。造波板の移動距離、移動時間、それと水深である。初めの2つは造波板の移動速度という意味で同じであるが、造波板の動作が線形でない

ことと装置の性能等を調べることも考慮して、今回の実験では条件を別にしている。予め任意の条件で予備計測を行い、造波板の移動距離 8 - 18 cm、移動時間 1.4 - 2.2 s、水深 6 - 10 cm の計測範囲を決定した。また、造波板から 1.5 m と 2.4 m 離れた位置に設置した 2 本の波高計から波速を求め、造波板の動作条件や水深との関係を調べた。なお、計測は再現性を得るために同条件下で 3 回以上行った。

### 3. 実験結果

#### 3-1. 波速

図 2 に造波板の移動距離と移動時間、水深を変化させたときの波速を示す。なお、ここには示していないが、水深 7, 9 cm においても同様の実験を行っている。水深 10 cm の場合は、値に多少のばらつきがあるが、移動距離と波速の間には線形に近い対応が見られた。また、水深が大きいほど、同じ造波板の動きでも波速が大きくなる結果が得られた。水深 6 cm、造波板の移動距離 18 cm の場合において、2 点ほど値が欠けているが、これは波高計センサーを通り過ぎる前に孤立波が碎波し、波速を求めることができなかったため値を示していない。また、図には示していないが、移動時間を横軸にした場合も波速との関係は線形に近い関係となった。以上より、今回行った実験では、孤立波の波速は造波板の移動する速度にかなり依存すると考えられる。そこで、PC から送られる造波板位置の指令値を基に造波板の移動速度を求め、図 2 との比較を行った。なお、造波板が PC からの指令に従って精度よく動作していることは、レーザー距離計を用いて確認済みである（前号の技術レポート参照）。ただし、造波板の変位は双曲線関数に従うため、速度は一定ではない。よって、造波板の最大移動速度（双曲線関数の傾きの最大値）を求めた。

図 3 に造波板の移動距離に対する移動速度（指令値）を示す。図 2 と比較すると、移動距離に対する波速の関係は水深 6 cm、8 cm、10 cm のいずれも図 3 の造波板の移動距離に対する移動速度（指令値）の最大値の関数と類似していることが分かった。この結果から、今回の計測範囲外においても、任意の移動時間や移動距離における波速をある程度推測できる。逆に任意の波速を求めたい場合も、図の関数から造波板の移動時間や移動距

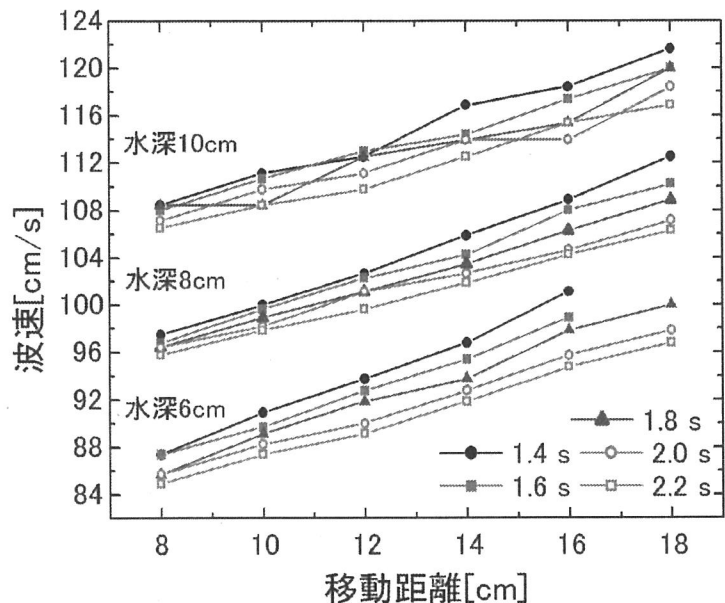


図 2. 水深 6, 8, 10 cm で造波板の移動距離と移動時間を変化させたときの孤立波の波速

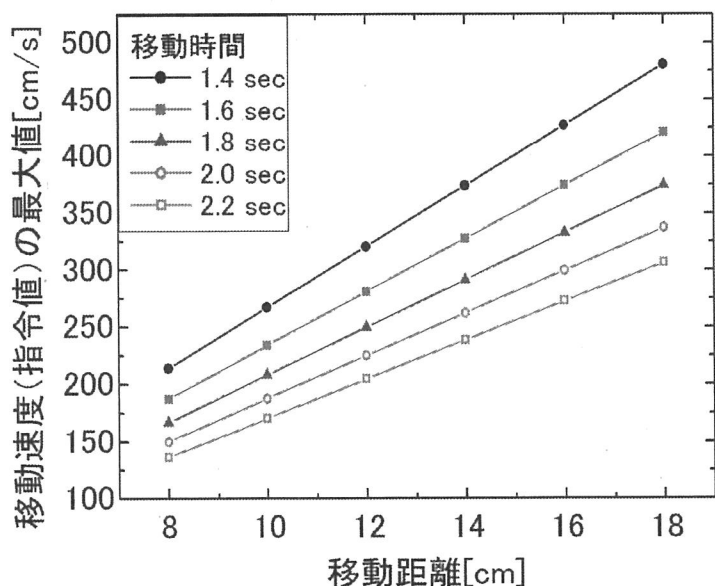


図 3. 造波板の移動距離と移動速度の関係

離、水深をどの程度の値に設定すればよいか推測できる。ただし、造波板を速く動かしすぎると孤立波が碎波してしまうので、適用できる範囲は限られる。

### 3-2. 波形

この実験では当初、孤立波の波速に興味があったため、波速計測に主眼を置いていた。しかし、2つの孤立波の相互作用の研究において波形の変化を正確に調べる必要があったため、波形の対称性や安定性についても調べた。例として、図4に水深8 cm、造波板の移動時間1.4 sにおいて移動距離を変化させた場合の孤立波の波形を示す。なお、図中には動作開始前の静止状態における造波板と波高計の距離を示している。3つの孤立波を比較すると移動距離12 cmの場合が最も波形の対称性がよく、2.3 mの位置においても大きな波形の変化はない。移動距離8 cmの場合は、波の後方に窪みが発生し、造波板からの距離が2.3 mの位置においてもその形状は変わっていない。移動距離16 cmの場合は、波の後方に小さな別の小さな波が発生し、次第に分かれていく様子が確認できる。このようにして、今回測定した範囲の中で対称性のよい波形を探すと、水深6 cmでは移動時間1.4 s、移動距離8 cm前後で最も対称性のよい波形を計測できた。水深8 cmと10 cmの場合は、それぞれ移動時間1.4 - 1.6 s、移動距離12 - 14 cmと移動時間1.4 - 1.8 s、移動距離14 - 18 cmで対称性のよい波形が計測された。このことから、安定した孤立波を生成するには、水深が大きいほど速く造波板を動かす必要があるという傾向は確認できた。しかし、移動時間や移動距離、水深とのより詳細な規則性を見つけるまでには至っていない。今後、水深7, 9 cmのデータと照査することで明らかになるかもしれない。

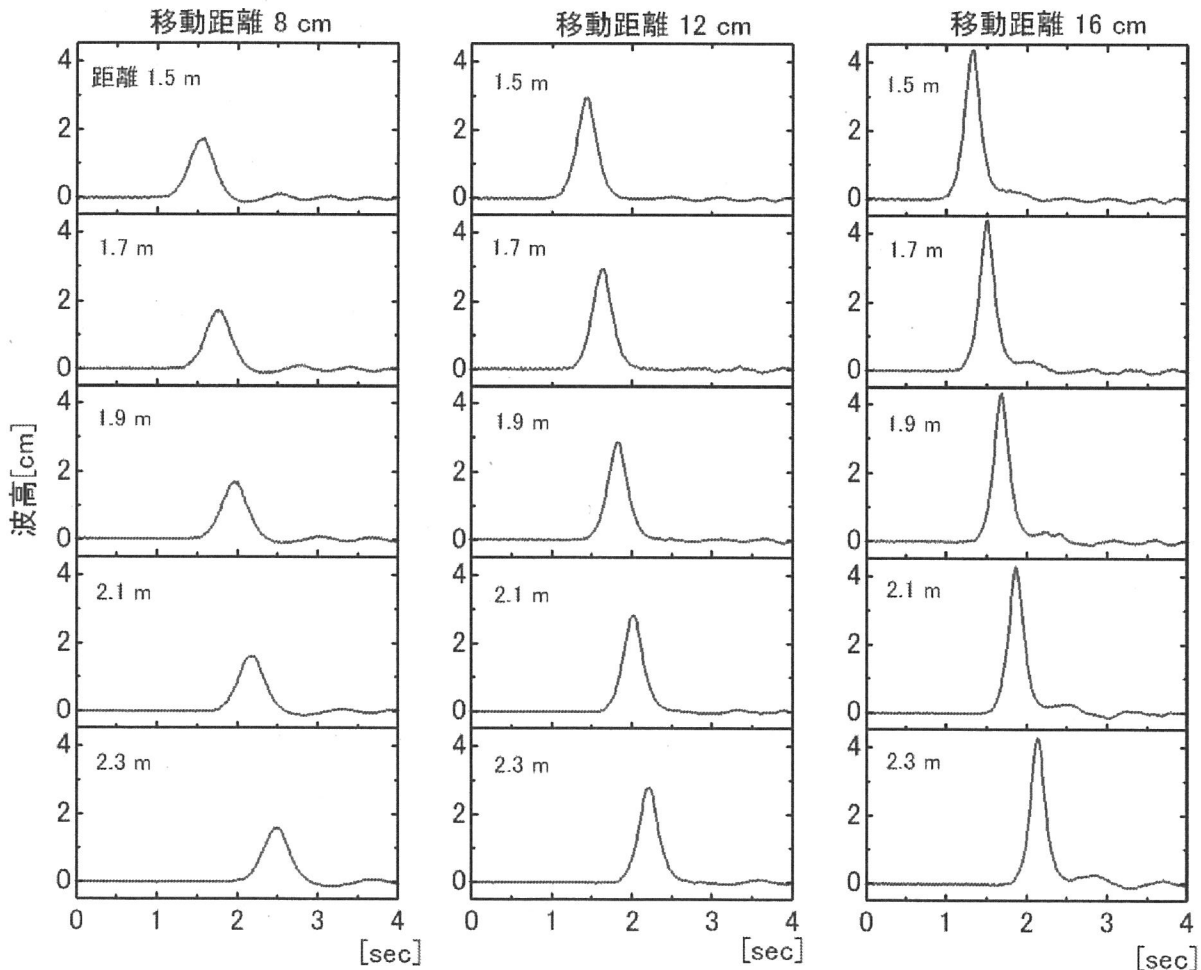


図4. 水深8 cm、移動時間1.4 sにおける孤立波の波形

#### 4. おわりに

今回の実験では、造波板の動作条件や水深を変えて孤立波を発生させ、その波形や波速を計測した。これにより、安定した孤立波や求めたい波高や波速の孤立波を発生させるにはどのような設定を用いればよいかが分かった。今後の実験効率の向上につながることを期待される。また、繰り返し実験を行う上で計測上の問題点や改善点を知ることができたのは大きな収穫であった。データ取得時に突発的に発生するノイズの除去やプログラミング等による計測手順の簡易化は今後の課題である。

#### 参考文献

- [1] 丸林賢次、石橋道芳：孤立波用の造波装置について、九州大学応用力学研究所技術職員技術レポート、vol.2 p.20-31(2001)
- [2] 丸林賢次、石橋道芳：沿岸・陸棚域海洋環境実験水槽について、九州大学応用力学研究所技術職員技術レポート、vol.3 p.45-48(2002)
- [3] 舟久保悠子 他：大振幅浅水孤立波の伝播と不安定に関する実験、数理解析研究所講究録、vol.1209p.211-222 (2001)
- [4] 舟久保悠子 他：大振幅浅水孤立波の不安定、数理解析研究所講究録、vol.1231 p.1-8 (2001)

#### 謝辞

地球環境力学部門の辻英一助教には、実験を行う機会を与えて頂きお礼申し上げます。東アジア大気海洋環境研究センター海洋力学分野の増田章教授、吉川裕准教授には、水槽の利用とレポート作成を快諾して頂いたことに感謝致します。また、実験に関して多くの助言を頂いた丸林賢次氏、石橋道芳氏にお礼申し上げます。