

津波実験における造波装置の制御法について

1120315 谷山明美

高知工科大学 工学部 社会システム工学科

高知県では近い将来、南海地震による甚大な津波被害が予測されている。そこで津波による被害を少しでも軽減するためにも、津波実験における、津波の形状を制御する実験的研究は必要不可欠である。しかし、様々な形状の津波を再現するにはどういった信号を入力すれば、どのような形状の波が発生するのか理解する必要がある。

そこで本研究では津波実験を行い、波の形状を決定させる造波装置の制御方法について検討する。今回は造波板の制御パラメータ(振り幅・造波時間)と、それによって発生する波の形状の関係性について検討した。

Key Words: 津波、水理実験、造波信号

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震では、地震による直接的な被害よりも地震に伴った巨大津波による被害が甚大であった。

このような津波による被害を少しでも軽減するためにも、津波実験における、津波の実験的研究は必要不可欠である。

そこで様々な形状の津波を実験的に再現することが出来れば、前もって津波の被害を予測することが可能になる。

しかし、津波実験において再現させたい形状の津波を発生させるためには、解析のみで波の形状を知るのには難しく、実際に実験を行わないと分からないことが多い。また、どういった造波信号によってどのような波が発生するのか解明する必要がある。

2. 研究目的

そこで本研究の目的は、津波実験を行い、波の形状を決定させる制御パラメータ、造波板の動作の違いについて検討することである。

また、計測したデータから水位や波の形状の違いについて検討を行う。

今回の津波実験には、東洋建設株式会社鳴尾研究所の55m実験施設を借用させていただいた。

3. 実験方法

3-1. 実験に用いた機材

・造波水路

東洋建設株式会社鳴尾研究所にある、55mの津波造波水路(長さ55m×幅1.0m×高さ2.0m)を使用。また水路に、海底床を設置した。

・造波板

造波板はピストン型造波板を使用し、ストロークは±1.0mずつ稼働する。造波時間や振り幅を決めるためのパラメータ。また、造波板を陸側に稼働させるのか、もしくは一度沖側に引いてから押すのかといった信号を入力することで様々な水位・波の形状を制御する。

・波高計

波高計を用いて各地点(CH1~CH6)における波の水位を測定。



写真3-1. 造波水路の様子

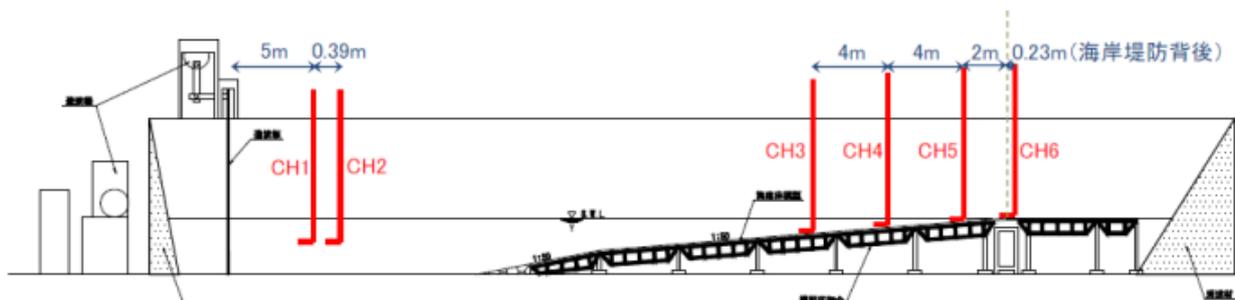


図3-1. 波高計設置位置立面図

3-2. 実験条件

3-2-1. 造波板の動作（造波信号）

今回、造波板を用いて波を制御した。造波板の動作としては、①造波板を陸側に稼働。（以下、引きなし）②造波板を一度、沖側に15秒かけて引いた後、陸側に稼働。（以下、引きあり）の2種類がある。

さらに振れ幅と造波時間を変化させて波を制御する。造波板の振れ幅は、前後±1.0mの範囲で稼働。時間は陸側に稼働する際にかかる時間を入力する。振り幅と造波時間を変えることにより波の水位や波の形状を変化させている。

図3-2-1.1~4に引きありと引きなしの造波板の動作をグラフ化したものを示す。振り幅が一定で造波時間が異なる場合と造波時間が一定で振り幅が異なる場合を比較して示している。

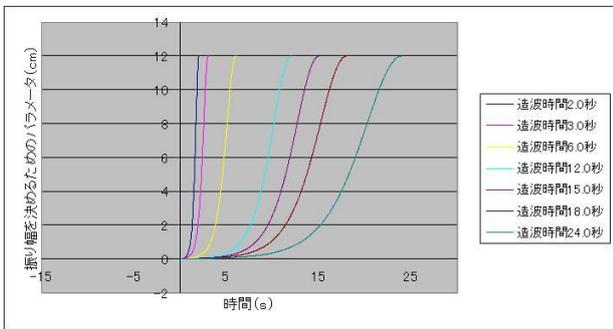


図3-2-1.1 振り幅が一定で造波時間が異なる場合（引きなし）

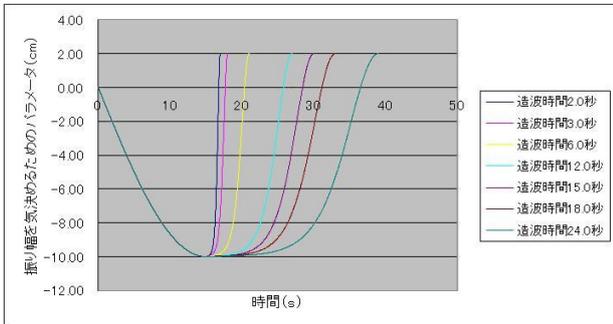


図3-2-1.2 振り幅が一定で造波時間が異なる場合（引きあり）

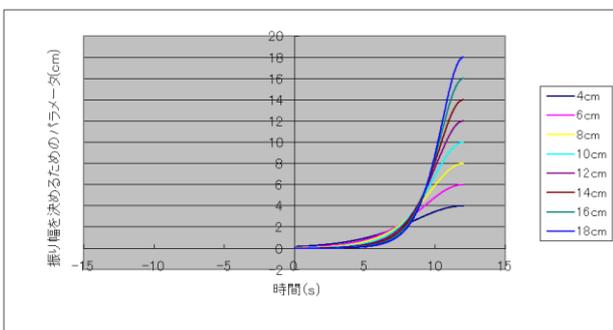


図3-2-1.3 造波時間が一定で振り幅が異なる場合（引きなし）

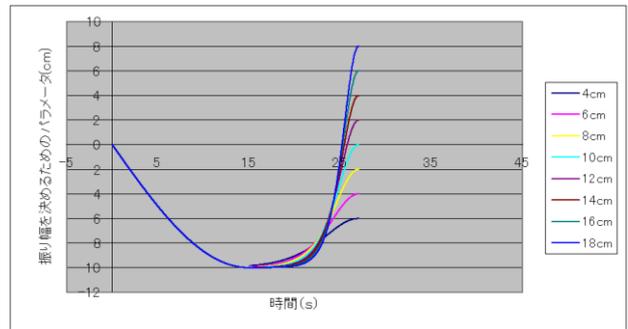


図3-2-1.4 造波時間が一定で振り幅が異なる場合（引きあり）

3-2-2. 制御パラメータ

実験は全部で130回ほど行ったが、その中で波高計をつけて行ったものが、80回ほどであった。しかしここでは波の形状を見るにあたり、下表に記した25個の選出した制御パラメータで検討を行った。

データの選定の条件としては、今回は造波時間・振り幅によって、波の形状を検討するので、形状の変化が強く表れているものを選出した。

まず、波高計の全データから、波の種類を引きありと引きなしに分類し、そこから形状の変化が強く表れている、数値の大きいデータを造波時間と振り幅の2方向から観察した。引きなしからは造波時間が3、12、15、18秒のものを、引きありからは3、6、12、15秒のものをを選び、振り幅を決めるためのパラメータは8~11cmのものをバランスよく選出した。

また写真は、データを選出する際に、波高計から。地点はCH6のもので波の形状の変化が強く表れている。このように変化の大きく見られたデータを選出している。

また、動画を切り取ったデータをもとに選出した中で、数値データを見ると造波板が振り切れており、数値が計測できていなかったものがあつたので、それらは使用しなかった。

振り幅を決めるためのパラメータ	引きあり			
	造波時間3.0秒	造波時間6.0秒	造波時間12.0秒	造波時間15.0秒
6.0cm		○		○
8.0cm		○	○	○
10.0cm	○	○	○	○
11.0cm			○	
12.0cm	○		○	○
14.0cm	○			
振り幅を決めるためのパラメータ	引きなし			
	造波時間3.0秒	造波時間12.0秒	造波時間15.0秒	造波時間18.0秒
8.0cm	○	○	○	
9.0cm	○			
10.0cm	○	○	○	○

表3-2-2.1 制御パラメータ



写真3-2-2.1 造波時間15秒振り幅8cm（引きなし）

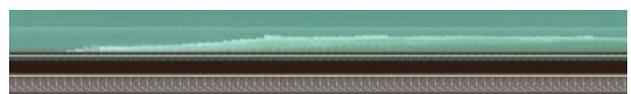


写真3-2-2.2 造波時間3秒振り幅14cm（引きあり）

4. 波の検定

4-1. 移動距離と移動時間の関係

各CHに波が移動した場合の造波板引きあり、引きなしで移動時間の比較を行う。縦軸が各CHへの移動距離を示し、横軸は異動時間を示している。造波板引きあり、引きなしとともに波の移動時間は造波時間が異なっても移動時間は同じである事が分かる。

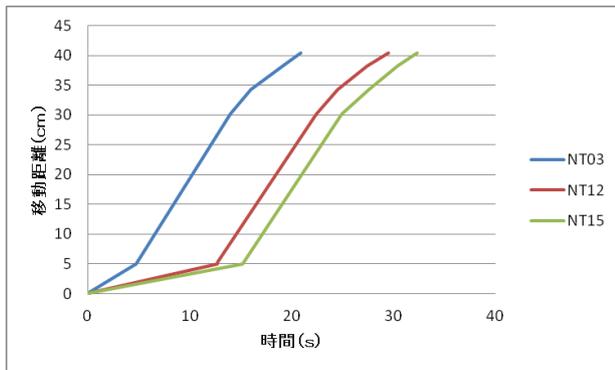


図4-1-1. 造波板引きなし

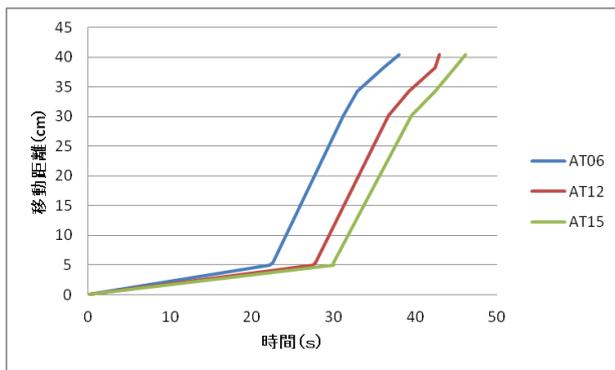


図4-1-2. 造波板引きあり

4-2. 各CHごとの波高最高値

振幅を一定にした場合と造波時間を一定にした場合の造波板の引きあり、引きなしで波高最高値の比較を行う。縦軸が水位を示し、横軸が各CHへの移動距離を示している。造波時間が一定である場合、引きありの方が水位が高い。振幅を決めるためのパラメータが一定である場合、造波時間が短い方が水位が高い事が分かる。

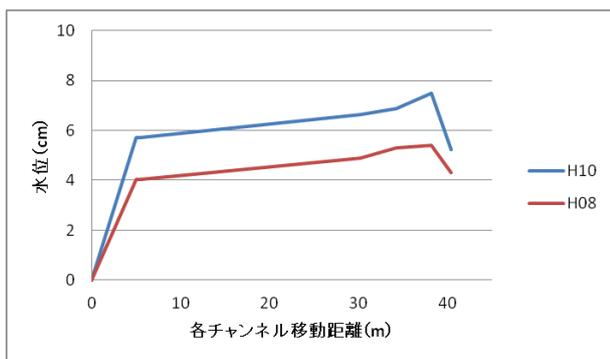


図4-2-1. 引きなし造波時間12秒

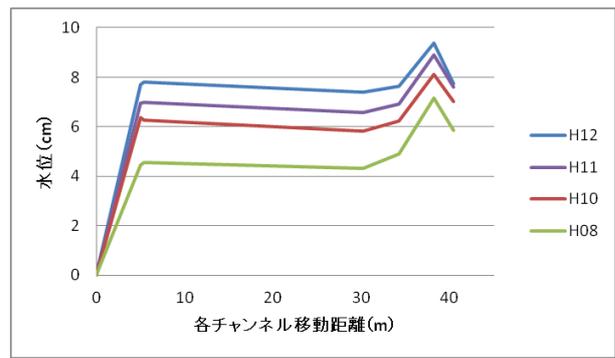


図4-2-2. 引きあり造波時間12秒

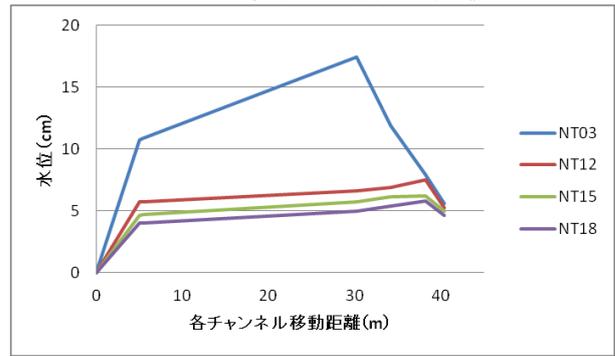


図4-2-3. 引きなし振幅を決めるためのパラメータ8cm

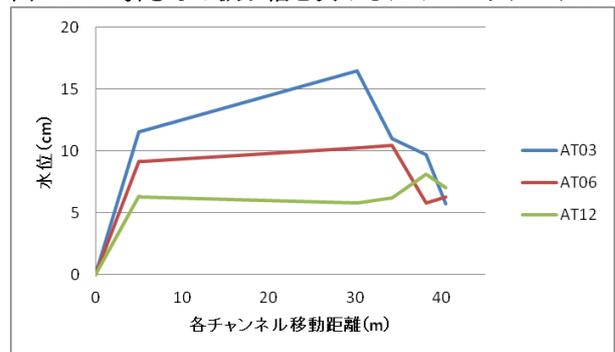


図4-2-4. 引きあり振幅を決めるためのパラメータ8cm

4-3. 造波時間が一定の場合

造波時間を変えずに振幅のみを変え、それにより水位を変化させた。この場合は、引きあり・引きなしそれぞれのCHの地点を見ても、水位のみの変化が表れていた。形状自体にほとんど変化は見られなかった。波の発生時間はほぼ同じであった。

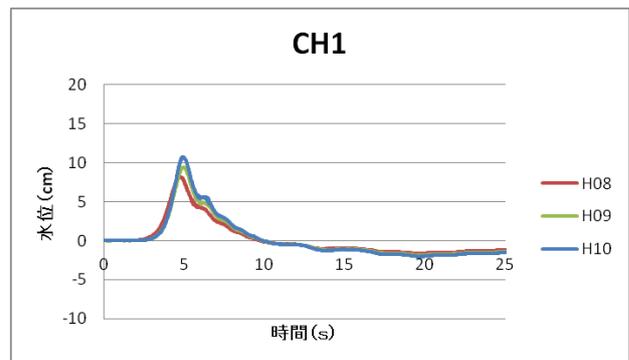


図4-3-1. 引きなし造波時間12秒

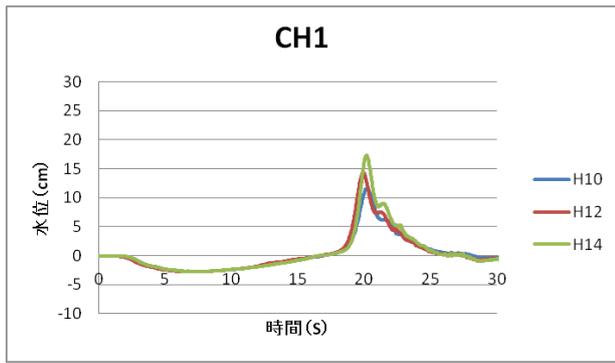


図4-3-2. 引きあり造波時間12秒

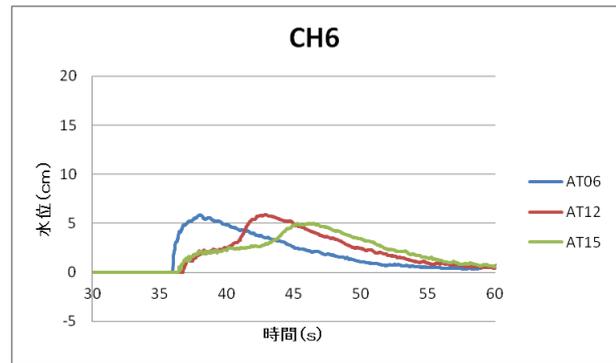


図4-2-2. 引きあり振り幅を決めるためのパラメータ 8cm

4-4. 振り幅が一定の場合

造波時間が短い場合と長い場合では、形状の変化が大きく表れていた。短い場合、CH1で水位が高くなっている。これは流速が早く水位が高く尖った形状の波になっている。一方、長い場合では流速が遅く、水位が低く緩やかな形状の波になっている。時間の経過とともに引きあり、引きなしともに波の形状に変化が見られた。波の発生時間は異なる。

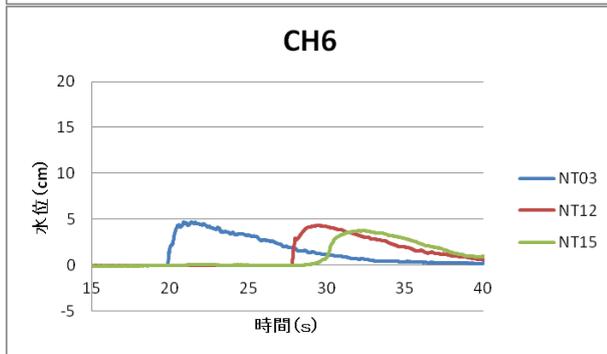
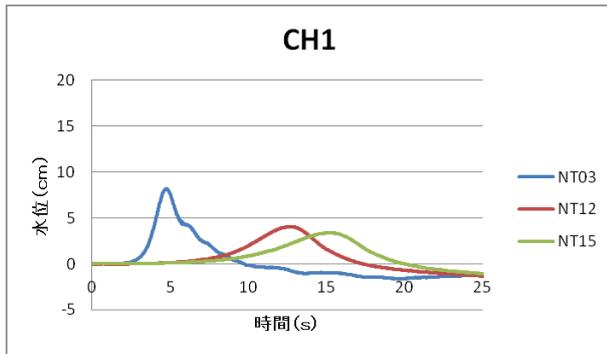
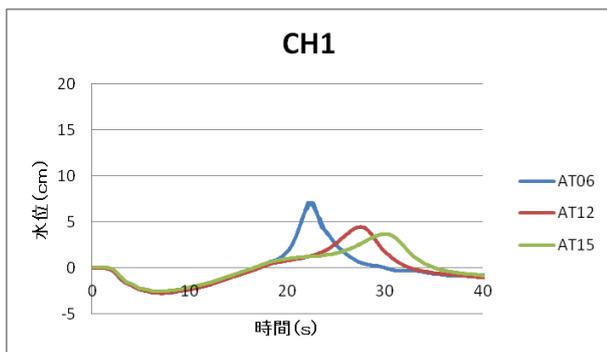


図4-4-1. 引きなし振り幅を決めるためのパラメータ 8cm



5. まとめ

- (ア) 造波板引きあり、引きなしとともに波の移動時間は造波時間が異なっても移動時間は同じ。
- (イ) 造波時間が一定であっても引きありの場合、水位が高い。
- (ウ) 振り幅が一定であっても造波時間が短い場合、水位が高い。
- (エ) 振り幅を変化させた場合
 1. 水位に変化が見られた。
 2. 波の発生時間と終了時間はほぼ同じ。
- (オ) 造波時間を変化させた場合
 1. 造波時間が短ければ、鋭く尖った形状の波となり、長ければ、緩やかな波となる。
 2. 波の形状に大きな変化がみられた

6. 結論

造波時間と振り幅を制御することで、要求された波の高さ、波の継続時間、波の形状を作ることが出来る。

例

1. 水位を高くしたければ、振り幅を大きくして造波時間を短くする。
2. 継続時間を長くしたければ、造波時間を長くする。
3. 砕波を生じさせないためには、造波時間を長くする。

9. 謝辞

本研究を行うにあたり、東洋建設株式会社鳴尾浜研究所の実験施設をお借りし実験が行われました。小竹様、松村様にご協力頂き怪我もなく無事終了致しました。ここに記して謝意を表します。