

津波を対象とした水理実験のための造波装置の検討

大成建設株式会社 正会員 ○織田 幸伸
大成建設株式会社 正会員 伊藤 一教

1. 目的

津波を対象とした水理実験を行う場合、その造波方法が課題となる。津波の造波方法としては、造波板やポンプを使用する方法が一般的であるが、前者は、長周期の波を造波するためにはロングストロークの造波板が必要となり、後者は、大波高・急傾斜の波を造波するには高出力のポンプが必要となるため、いずれも装置が大規模となる。一方、簡易な造波方法として用いられるダムブレイクやチャンバ内の水柱の落下による吹き出しを利用する方法は、チャンバを大きくすることにより比較的簡易に大規模津波を再現できる。ただし、波形がチャンバ形状により限定され、任意の波形を造波できない問題がある。そこで本研究では、水柱落下式により任意の津波波形を造波する方法を提案し、その制御方法について検討した。

2. 津波造波装置

図-1 に、本研究で検討した津波造波方法の概要を示す。本造波装置は、吸引によりチャンバ内を負圧にして水柱を保持し、バルブを開放することにより水柱を落下させて津波を造波する。この際、複数のバルブを設置し、これらのバルブを任意に開放することにより、津波の波形を制御するものである。なおこれらのバルブは、開度調整の機能はなく、開閉のみを制御可能なものを採用した。本装置では、6つのバルブを設置した。

3. 造波結果

図-2 は、性能確認のためにバルブを同時開放し、開放バルブの数と津波波形を比較したものである。造波装置前面より $x=5m$ 位置における水位変動を示している。水柱の高さは、水位差（水槽内の初期水面とチャンバ内水柱水位の差） $2.2m$ の場合を示した。開放バルブの数により、造波される波高が変化することが分かる。バルブ数6と4の波高が同程度となっているのは碎波後の波形となっているためで、水深により最大波高が限定されたことによる。図-3 に、水位差を変化させた場合の開放バルブ数と最大水位の関係を示した。それぞれ2本の直線が折れ曲がった形状となっているが、これは碎波の有無により傾きが変化しているものである。碎波しない場合には、開放バルブ数の増加とともに、線形的に最大水位が増加していることが分かる。次に、

6つのバルブを開放後、1s、2s後に閉鎖した場合の波形を図-4に示す。閉鎖の影響は波形の立ち上がりには表れておらず、後続の波形にのみ影響することが確認できる。以上より、立

ち上がり波形、後続波形をそれぞれバルブの開放、閉鎖により制御可能であることが示された。

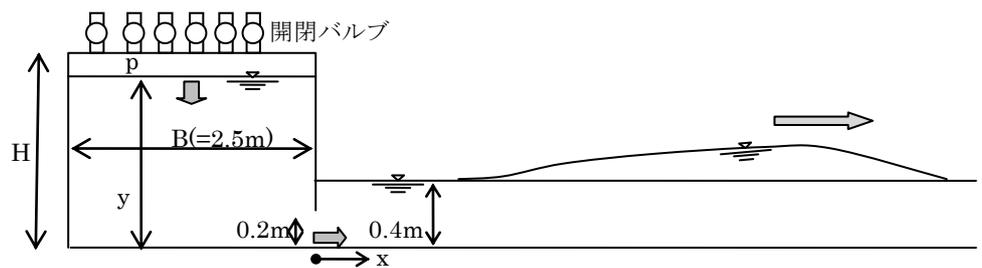


図-1 本装置の概要

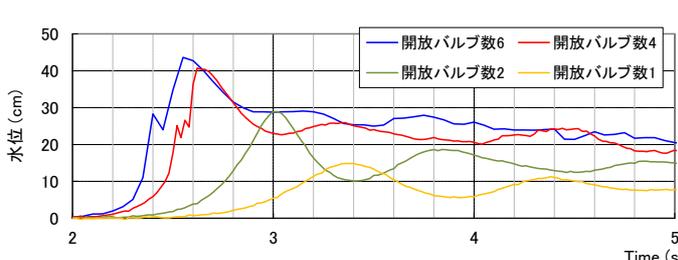


図-2 開放バルブ数による造波波形の変化

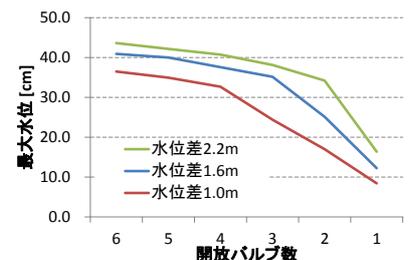


図-3 開放バルブ数と造波波高

キーワード 津波, 造波装置, 水理実験, 水柱落下式

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株)技術センター TEL045-814-7234

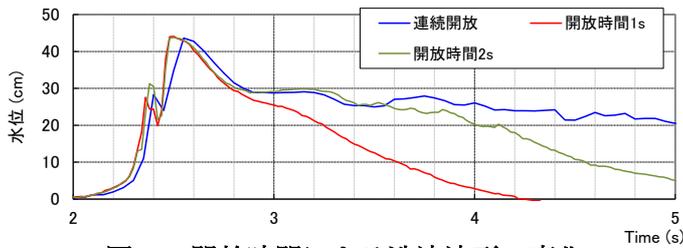


図-4 開放時間による造波波形の変化

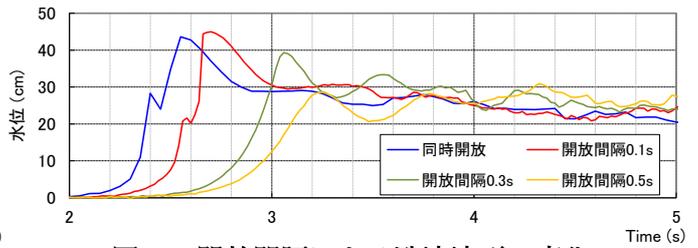


図-5 開放間隔による造波波形の変化

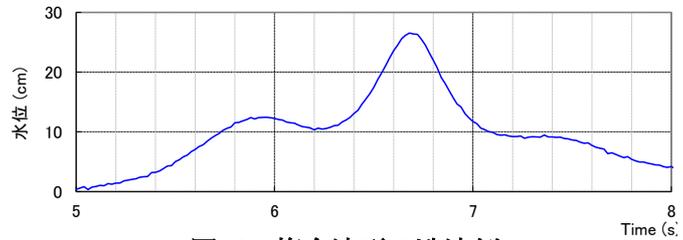


図-6 複合波形の造波例

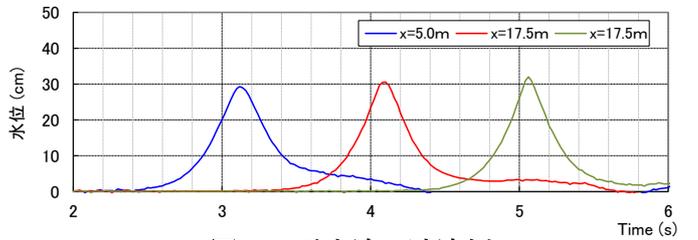


図-7 孤立波の造波例

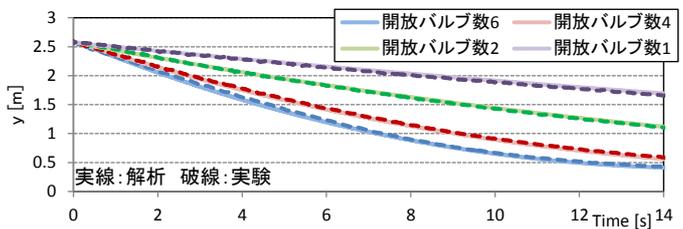


図-8 開放バルブ数とチャンバ内水位変化

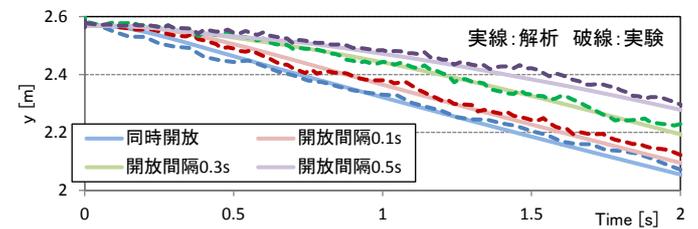


図-9 開放間隔とチャンバ内水位変化

6つのバルブを別々に、時間差をもって開放した例として、0.1、0.3、0.5sおきに順に開放した場合の波形を図-5に示す。同時開放に比較して、開放時間をずらした場合には前傾化が緩和された波形が得られることが分かる。また、バルブ開放による空気供給断面積の変化は不連続となるにも関わらず、得られた波形にはこの開放間隔の変動成分は確認されず、滑らかな波形が得られている。また、それぞれの波形を比較すると、立ち上がり部分の波形は開放時間により変化するものの、最終的に6つのバルブが開放されることにより、その後の継続する水位上昇はほぼ同程度となっている。

図-6、7に、本装置による任意波形の造波例を示す。図-6は、波高の異なる2つの波が重なった波形の造波例であり、図-7は、厳密ではないが孤立波タイプの波形を造波した例である。これらの結果から分かるように、水柱落下式の造波方法であっても、造波波形の任意性を大きくすることが出来ることが分かる。

4. 簡易モデルによるバルブ設置効果の確認

簡易モデルによりバルブ設置の効果を確認した結果を示す。本モデルでは、音速コンダクタンスと空気流量の関係式から空気の供給量を求め、チャンバ内の断熱変化を仮定して空気の圧力を算定し、これを用いたタンクの排水解析により、水の吹き出し量を算定した。図-8、9は、差分法による数値解析の結果を、チャンバ内の水位変動により示したものである(図-2、5に対応)。これらによれば、簡易モデルにより開放バルブの数や開放間隔の影響を評価できることが分かる。図-9は、初期の2s間を拡大したものであるが、各ケースの違いはこの間のみ現れ、その後の時系列は同じ変動を示す。このわずかな違いにより図-5に示した波形の違いが生じていることから、本装置を水理実験に適用するには、バルブの開放タイミングの調整が非常に重要であることが分かり、この開放タイミングを決定するための解析モデルの重要性が示唆される。

5. 結論

本研究では、津波の水理実験に供することを目的に、水柱落下式の造波装置について検討した。複数のバルブを設置することにより造波される波形の制御が可能であること、簡易モデルによりバルブの開放条件による造波波形の算定が可能であることが示唆された。今後、より詳細な造波モデルを構築するとともに、実際の津波水理実験への適用を通して、より効果的な適用方法について検討する予定である。