

安治川水門を想定した流起式可動防波堤の津波減勢効果に関する水理実験  
Hydraulic Model Experiment in terms of Wave Reduction Effect of Hydro Tsunami Barrier assuming  
Ajigawa River

小野 秀平  
Shuhei ONO

The durability of the flood gate against the tsunami is becoming dangerous. In this research, as a countermeasure against the tsunami of the floodgate, we considered the installation of the Hydroplane Tsunami Barrier on the front of the flood gate. Previous studies on this breakwater have been carried out, but the reduction effect against the tsunami has not been clarified under the condition that the floodgates are installed behind the breakwater.

In this research, we conducted hydraulic model experiment on the condition for the installation of floodgate behind the Hydroplane Tsunami Barrier and aimed to reveal the reduction effect of the wave height and wave pressure against the floodgate with it. In addition, we aimed to propose an empirical formula on reduction effect on wave height and wave pressure (129 words).

### 1. はじめに

地震によって発生した津波による被害は、港湾や沿岸域のみならず、津波が河川を遡上することによって内陸深くまで浸水被害が及ぶ。こうした河川への遡上津波に対して、水門が有効である。しかしながら、津波に対する水門の耐久性が危ぶまれ、巨大な津波が来襲した際に水門が損傷することが危惧されている。そこで、本研究では水門前面に設置する津波減勢工として、流起式可動防波堤の設置を考えた。過去に流起式可動防波堤に関する研究が行われており、津波に対する減勢効果や基本性能が明らかにされている。しかしながら、本来、流起式可動防波堤は沖波防波堤の開口部に設置される可動防波堤として開発されたため、防波堤背後に構造物を設置されていない条件で過去に実験が行われ、防波堤背後に構造物が存在する条件における、流起式可動防波堤の津波に対する減衰効果は明らかになっていない。

そこで本研究では、防波堤背後に水門を設置し、様々な模型条件および波の条件で水理実験を実施し、波高および水門のゲートに作用する波圧の減衰効果を評価した。模型条件および波の条件の違いが、波高および波圧に対する減衰効果にどのような変化をもたらすのかについて明らかにすることを目的とした。さらに、波高および波圧に対する減衰効果を表す実験式の提案を目指した。

### 2. 実験概要

本研究では、大阪府の安治川に設置されている安治川水門を再現している。京都大学防災研究所宇治川オープンラボラトリーの津波・高潮再現装置を用いて実験を行った。長さ 45m、幅 4.0m、高さ 2.0m である実験水路内に流起式可動防波堤の模型とその背後に安治川水門の模型を設置した（図 - 1）。実験で用いた流起式可動防波堤の模型は、実大スケールの約 1/33（高さ 43cm、幅 129cm、厚さ 4.8cm、重量 21.3kg（水中比重 1.03））である。水門のゲートの模型には波圧計が計 11 個設置されており、ゲートに作用する波圧を測定した。

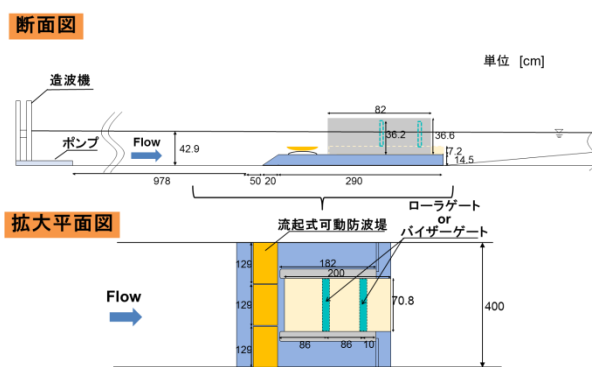


図 - 1 水路概略図

実験条件を表 - 1 に示す。水門のゲートは、円弧状のバイザーゲートと板状のローラーゲートの二種類のゲートを使用した。ゲートの設置位置は、防波堤の扉体の高さ（43cm）の 2 倍離れた位置および 4 倍離れ

た位置とした。扉体の最大起立高さに着目したケースは、扉体が倒伏状態で固定されており、起立しないケース **Low** と静水深まで起立するケース **Middle**、扉体が  $90^\circ$  まで起立するケース **High** の三種類である。入射波高は、88mm、106mm および 154mm の三種類の波高の波を造波した。これらの波高は、レベル 1 津波、レベル 2 津波および最大クラスの津波の、安治川水門前面における波高を実験スケールに合わせて設定した。また、孤立波のみを造波したケースと孤立波にポンプによる流れを加えた合成波を造波したケースで実験を行い、周期の異なる二種類の波を造波した。各実験条件を組み合わせ、計 90 ケースの実験を行った。なお、実験ケースの名称は、表 - 1(a)の模型条件の名称と(b)の波の条件の名称を組み合わせたものとした。

防波堤の前面（港外側）および背面（港内側）における最大波高を計測し、それらの比をとることで、流起式可動防波堤による波高の減衰率を算出した。また、防波堤が作動するケースと作動しないケースにおけるゲートに作用する最大波圧を測定し、それらの比を取ることで流起式可動防波堤によるゲートに作用する波圧の減衰率を算出した。

表 - 1 実験条件

(a) 模型条件				(b) 波の条件			
番号	ゲートの種類	防波堤からゲートまでの距離	扉体の最大起立高さ 名称	番号	入射波高	波の種類 (周期)	名称
1	N(oting)	-	L(ow) LN_*	1	88mm	孤立波	*_L10
2			M(iddle) MN_*	2		孤立波+流れ	*_L100
3			H(igh) HN_*	3		孤立波	*_L20
4	R(oller)	扉体の高さの2(倍)	L LR2_*	4	106mm	孤立波+流れ	*_L200
5			M MR2_*	5		孤立波	*_L30
6			H HR2_*	6	154mm	孤立波+流れ	*_L300
7			L LR4_*				
8			M MR4_*				
9			H HR4_*				
10	V(isor)	4(倍)	L LV2_*				
11			M MV2_*				
12			H HV2_*				
13			L LV4_*				
14			M MV4_*				
15	H HV4_*						

### 3. 実験結果とその考察

防波堤からゲートまでの距離が短いと、流起式可動防波堤による波高および波圧に対する低減効果が小さくなる結果が得られた。防波堤からゲートまでの距離が近いと、波の先頭部がゲートで反射することで発生した反射波によって入射波の流速が低減される影響が大きくなる。一様な流れ中にある物体に働く流体力  $F$  は次式のように表せる。

$$F = C_F \cdot \frac{1}{2} \rho v^2 S$$

ここで  $C_F$  は流起係数（堤体を起立させる流体力に関わる係数）、 $\rho$  は水の密度、 $v$  は平均流速、 $S$  は堤体の流れ方向の投影面積である。したがって、流速が低減されると扉体に作用する波力も減少するため、扉体の起立が遅くなり、防波堤からゲートまでの距離が短いケースで津波に対する低減効果が小さくなった。

扉体の最大起立高さが小さいと波高および波圧に対する低減効果が大きい結果が得られた。これは、扉体の最大起立高さが小さいと、扉体のストローク長が短いために扉体が早く起立することが要因であった。

入射波高の増加に伴い、流起式可動防波堤による波高および波圧に対する低減効果も増加していた。これは、波高が増加すると流速も増加するため、波高が大きい実験ケースで扉体に働く波力が大きく、扉体の起立が早いことが原因であった。

波の周期が長いと、流起式可動防波堤による波高および波圧の低減効果が大きくなる結果が得られた。これは、波の周期が長いと、扉体に作用する波力の作用時間が長くなる、すなわち力積のモーメントが大きくなるため、扉体の角速度が増加し、扉体が早く起立するためだと考えられた。

これらの結果から、様々な条件をパラメータとした、波高およびゲートに作用する波圧の低減効果を表す実験式の提案を目指した。