

国際津波防災学会 第1回津波シミュレーション分科会会合 No.5「自動式津波減災設備の 津波減災性能シミュレーション」

(注：この資料は講演当日までの検討結果を講演用に
まとめたものに説明補足を加えたものです。
最終の報告書に記された検討結果が正式に
なる点、ご了承願います。)

2018.03.12

講演者：防波システム研究所 浜田英外
シミュレーション担当：株式会社 爆発研究所



全般 1

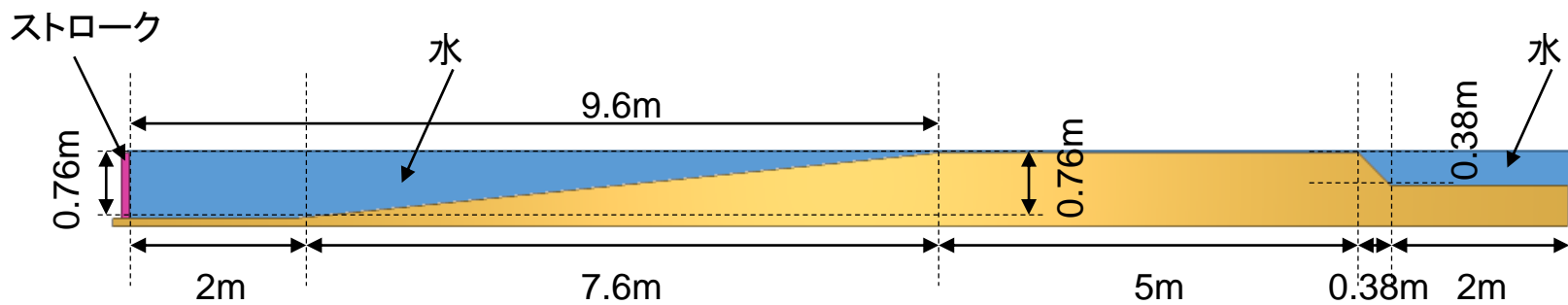
1. 自動式津波減災設備は、フラップゲート式可動防潮堤の簡易版と考えると分かり易く、扉形状の木製の構造体を採用しています。その構造体を地上に伏せて設置し、その1辺を蝶番構造で地上に接続し、津波の浸水で自動的に扉が立ち上がる動作をし防潮堤として機能することから、防波扉と名称しています。
2. 可動部の両側に隙間があり、そこから津波が漏れますが、立ち上がった後で防潮堤として機能する面積分、津波の進行を抑える性能を持ち、同じ設置高さの一般の防潮堤の80%程度の性能を持つことが実験で分かっています。

全般 2

3. 今回の計算では、防波扉がないブランクのケース、防波扉（水路幅の98%長さ）が設置されているケース（立ち上がった後）、同じ高さの一般の防潮堤（水路幅の100%長さ）の3ケースのシミュレーション計算を行い、比較検討を行いました。
4. 各ケースにおいて、発生波高（造波装置で作られる波高さ）、岸前波高（基礎マウンドの手前で上昇する波高さ）、扉後波高（基礎マウンドの後方での、設備などで波高がどれだけ下がったかを判定する波高さ）の3点で実験結果との合致を検討しました。又、通過水量に関しては別途シミュレーションを行いました。

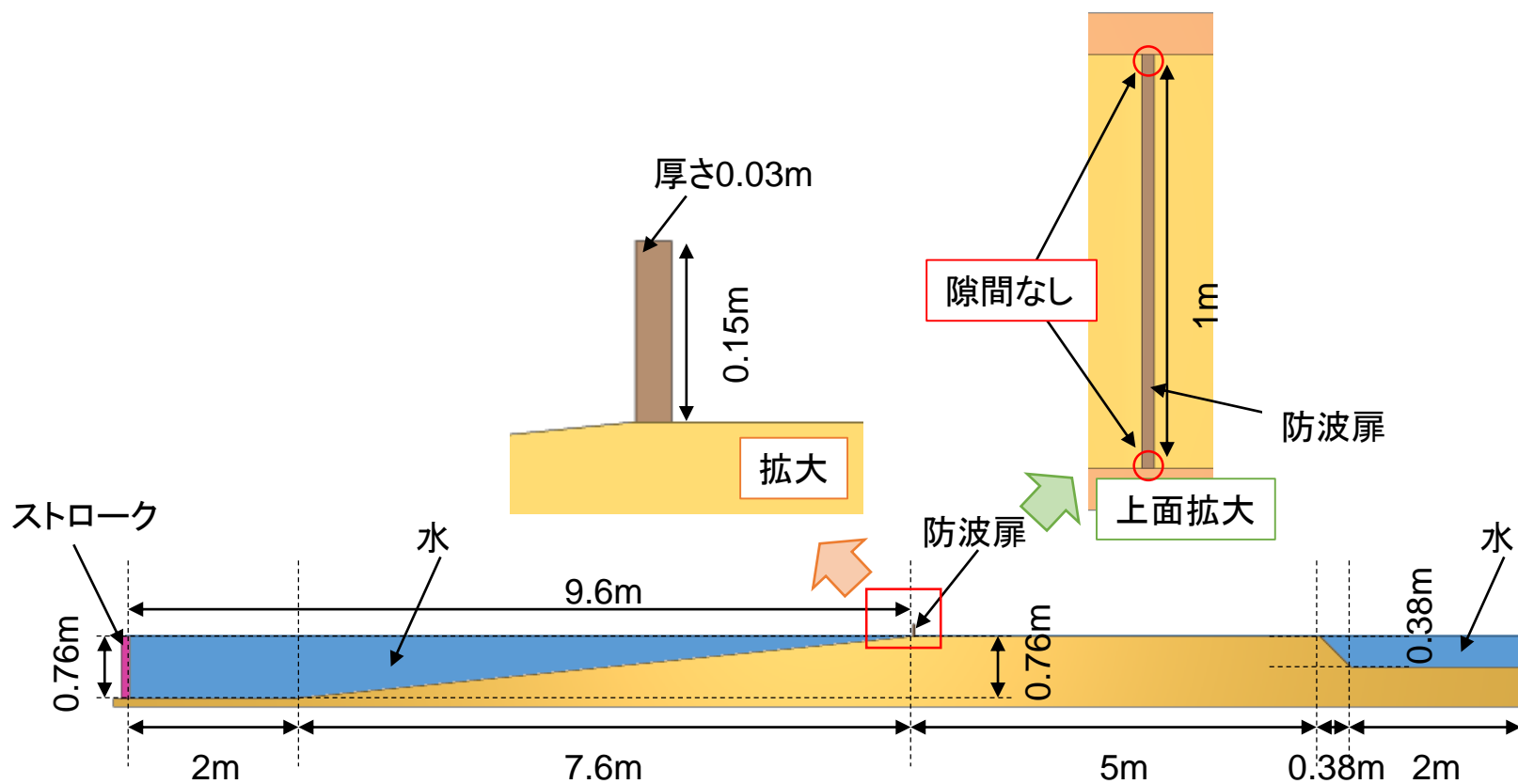
計算モデル (1) ブランク (扉なし)

- 扉なしのモデル



計算モデル (3) 水槽幅の100%扉

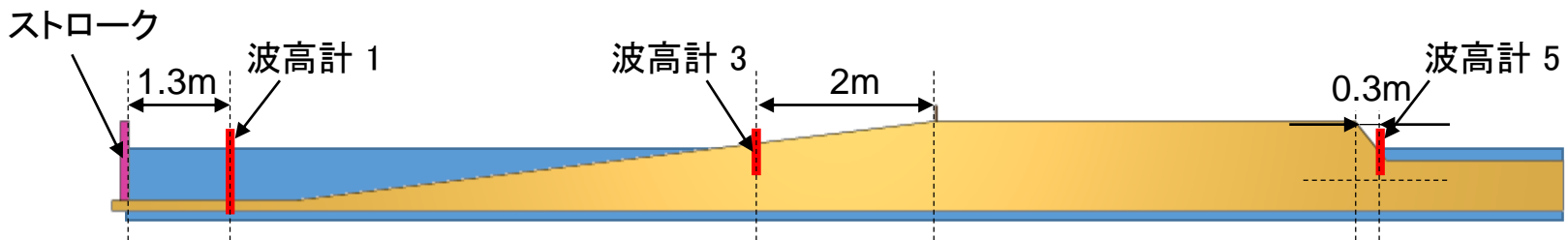
- 水槽幅の100%の扉を設置したモデル



波高計

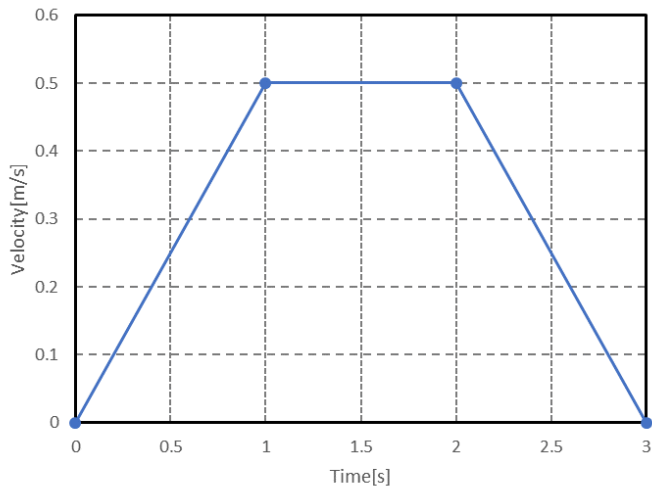
- 波高計は3個設置

波高計番号	位置	備考
1	ピストン動作橋から右側0.3m	発生波高計測
3	マウンドの前端から左側2.0m	岸前波高計測
5	マウンドの後端から右側0.3m	扉後波高計測

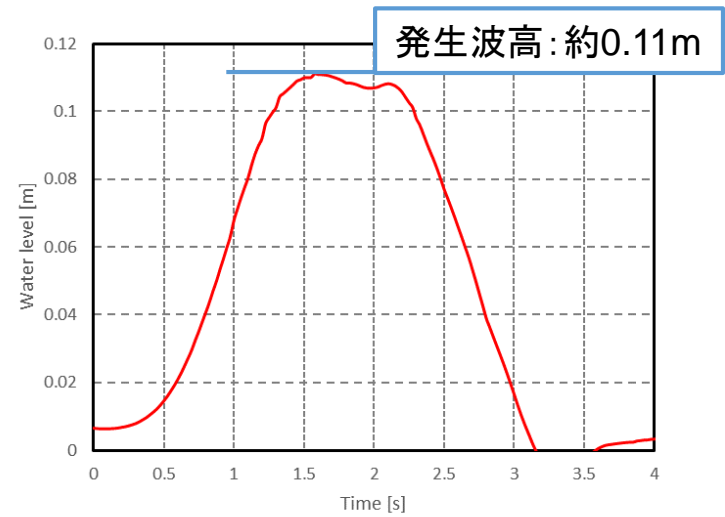


計算条件

- ストロークとの最大速度は0.5m/s
- 発生波高は約0.11m



ストロークの移動速度

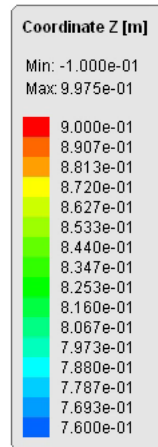


発生波高

結果 シミュレーション 1

- (1) 津波減災性能確認モデル
(98%幅防波扉設置ケース)
発生波高、岸前波高、扉後波高の確認を行った。

Time: 10 s
Frame: 101 of 251
SPH particles: 195,672



結果 シミュレーション2

(2) 通過水量確認モデル

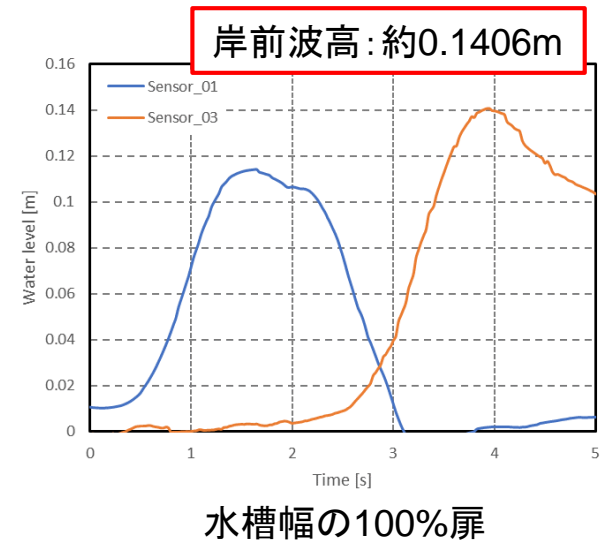
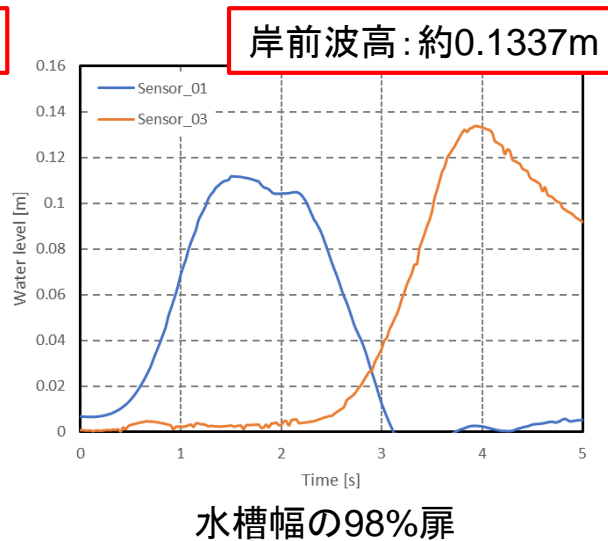
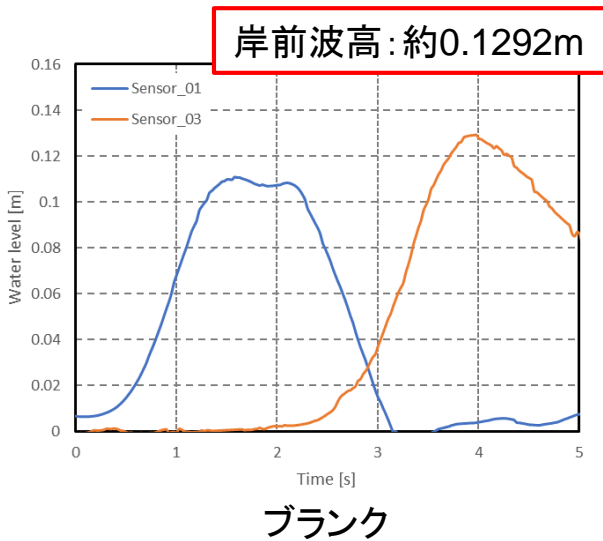
(98%幅防波扉設置ケース)

津波通過量をチェックし、防波扉設置の影響を検討した。



結果 (1) 岸前波高 (時刻履歴)

- 全ケースの波高の時刻履歴を示す。



結果 (1) 岸前波高 (3ケース比較)

- 岸前波高: 全ケース約0.13m
- 発生波高より岸前波高が約0.02mが上昇*

ケース	発生波高[m]	岸前波高[m]	高差[m]
ブランク	0.1109	0.1292	0.0183
98%	0.1120	0.1337	0.0217
100%	0.1140	0.1406	0.0266

表1 防波扉実験結果 1

No.	設定内容	発生波高	岸前波高	扉後波高	低減効率
1-1	ブランク	4.84cm	7.12cm	3.55cm	
1-2	ブランク	9.80cm	12.35cm	6.36cm	
1-3	ブランク	12.78cm	15.29cm	7.28cm	
1-4	ブランク	14.78cm	17.39cm	7.96cm	
1-5	ブランク	17.73cm	20.19cm	8.94cm	
1-6	防波扉小 広動作時	4.92cm	6.91cm	0.81cm	75.7%
1-7	防波扉小 小動作後	4.74cm	6.79cm	0.49cm	84.7%
		4.53cm	6.52cm	0.59cm	80.0%
1-8	防波扉小 小動作時	9.66cm	11.91cm	2.73cm	53.8%
		9.64cm	11.62cm	2.38cm	57.7%
		9.28cm	11.47cm	2.25cm	58.9%
1-9	防波扉小 小動作後	9.82cm	12.02cm	2.59cm	57.0%
		9.13cm	11.08cm	2.38cm	53.2%
1-10	防波扉小 小動作時	12.01cm	14.44cm	4.52cm	29.7%
1-11	防波扉小 小動作後	12.14cm	14.55cm	4.88cm	25.3%
1-12	防波扉小 小動作時	14.90cm	16.94cm	5.74cm	23.5%
1-13	防波扉小 小動作時	17.09cm	19.77cm	5.82cm	31.6%
1-14	防波扉中 広動作時	9.78cm	12.26cm	1.72cm	72.5%
		9.53cm	12.19cm	1.45cm	76.6%
		9.87cm	12.25cm	1.92cm	69.3%
1-15	防波扉中 広動作後	9.69cm	12.07cm	0.96cm	84.2%
		9.42cm	11.60cm	1.01cm	81.9%
		9.68cm	11.95cm	1.13cm	81.0%
1-16	防波扉中 広動作時	12.31cm	14.77cm	2.18cm	67.7%
		11.98cm	14.46cm	2.84cm	55.9%
1-17	防波扉中 広動作後	11.76cm	13.57cm	1.04cm	81.2%

*論文「自動式木製津波低減設備の実験」の結果も全ケース約0.02m上昇

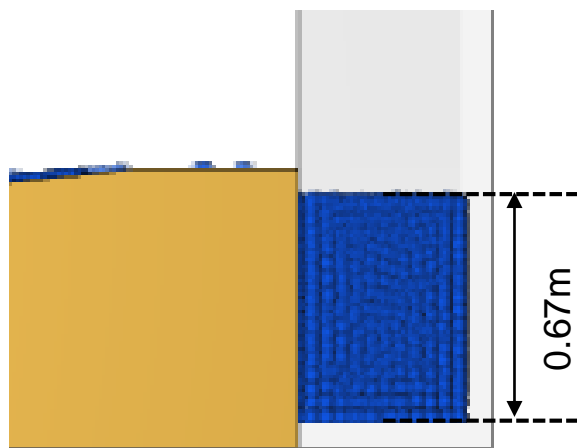
結果 (2) 通過水量

- 下面 $0.5\text{m}^2(1\text{m} \times 0.5\text{m})$ の箱に埋まった高さを測定

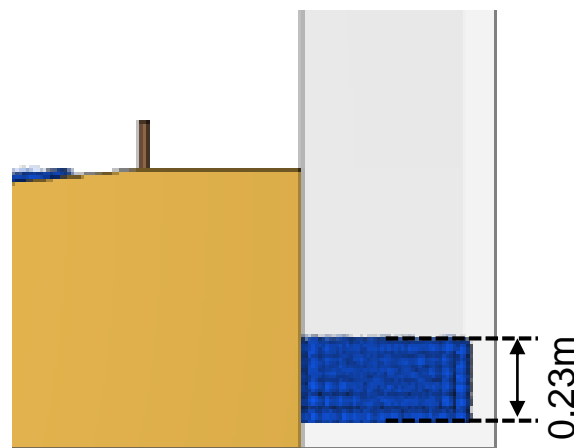
ケース	高さ[m]	体積[m ³]
blank	0.67	0.335
98%	0.23	0.115
100%	0.19	0.095

100%構造の低減量 $=0.335-0.095=0.24$
98%防波扉の低減量 $=0.335-0.115=0.22$

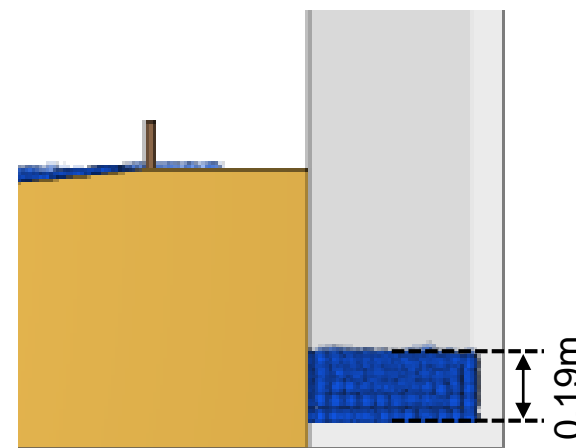
防波扉の通過水量低減効率
 $=0.22/0.24=91.6\%$



blank



水槽幅の98%扉

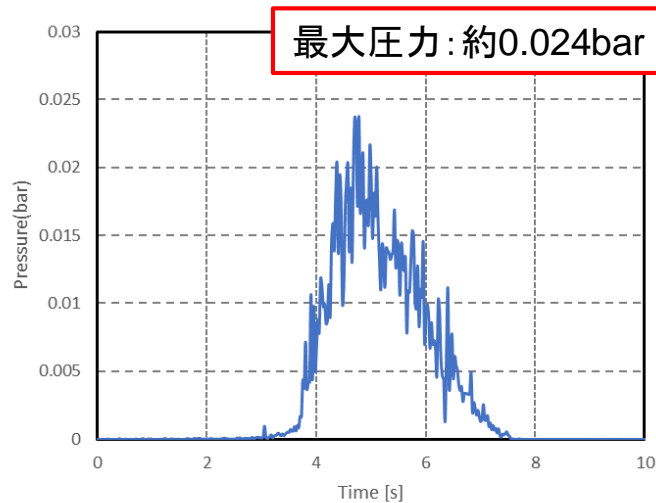


結果 (3) 扉の圧力

- 圧力の時刻履歴を示す。

ケース	最大圧力[bar]
98%	0.024

簡易的に、この圧力を0.024kg/cm²とすると、0.15m高さx0.98m幅の防波扉にかかる力は約37kg相当と考えられる。

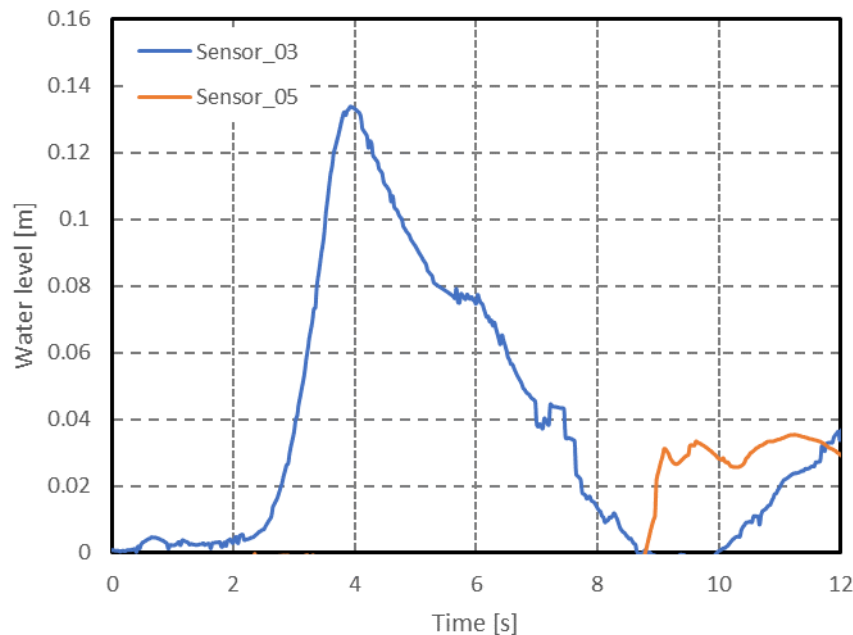


水槽幅の98%扉

結果 (4) 波高の変化

- 波高の時刻履歴を示す。

ケース	岸前波高[m]	扉後波高[m]	波高差 [m]
ブランク			
98%	0.1337	0.0354	0.0169
100%			



水槽幅の98%扉

表1 防波扉実験結果 1

No.	設定内容	発生波高	岸前波高	扉後波高	低減効率
1-1	ブランク	4.84cm	7.12cm	3.55cm	
1-2	ブランク	9.80cm	12.35cm	6.36cm	
1-3	ブランク	12.78cm	15.29cm	7.28cm	
1-4	ブランク	14.78cm	17.39cm	7.96cm	
1-5	ブランク	17.73cm	20.19cm	8.94cm	
1-6	防波扉小 広動作時	4.92cm	6.91cm	0.81cm	75.7%
1-7	防波扉小 動作後	4.74cm 4.53cm	6.79cm 6.52cm	0.49cm 0.59cm	84.7% 80.0%
1-8	防波扉小 動作時	9.66cm 9.64cm 9.28cm	11.91cm 11.62cm 11.47cm	2.73cm 2.38cm 2.25cm	53.8% 57.7% 58.9%
1-9	防波扉小 動作後	9.82cm 9.13cm	12.02cm 11.08cm	2.59cm 2.38cm	57.0% 53.2%
1-10	防波扉小 動作時	12.01cm	14.44cm	4.52cm	29.7%
1-11	防波扉小 動作後	12.14cm	14.55cm	4.88cm	25.3%
1-12	防波扉小 動作時	14.90cm	16.94cm	5.74cm	23.5%
1-13	防波扉小 動作時	17.09cm	19.77cm	5.82cm	31.6%
1-14	防波扉中 広動作時	9.78cm 9.53cm 9.87cm	12.26cm 12.19cm 12.25cm	1.72cm 1.45cm 1.92cm	72.5% 76.6% 69.3%
1-15	防波扉中 広動作後	9.69cm 9.42cm 9.68cm	12.07cm 11.60cm 11.95cm	0.96cm 1.01cm 1.13cm	84.2% 81.9% 81.0%
1-16	防波扉中 広動作時	12.31cm 11.98cm	14.77cm 14.46cm	2.18cm 2.84cm	67.7% 55.9%
1-17	防波扉中 広動作後	11.76cm	13.57cm	1.04cm	81.2%

今後のシミュレーション・実験

1. スケールアップモデルのシミュレーション

4m幅の水路で、1mの波高さでの1.5m高さ防波扉ケースのシミュレーションを行う。

2. スケールアップモデルでの実験

4m幅の水路で、1mの波高さが出せる水路で、0.5 m高さ3段式(計1.5m高さ)防波扉を使つての実験を行う。

波高計と水圧計を適切に配置し測定することによって、上記のシミュレーション結果の確認、及び見直しを行う。