

スリットによる動水圧低減効果の確認を目的とした模型振動実験

五洋建設（株） 正会員 ○海田 翔平 正会員 奥田 一弘
正会員 池野 勝哉 正会員 山本 敦

1. はじめに

S-VHS 工法（斜面スリット型透過式ケーソン）は、背後に静穏な海域を造成するための離岸堤として設置される構造物であり、透過する波高を低減するために壁面に多数のスリットを有する。このスリットの効果により、波力と同様に動水圧も低減されると推測される。しかしながら、S-VHS 工法ではスリットによる動水圧の低減効果が明らかになっておらず、これまで動水圧は Westergaard の式を用いて算出し、スリットによる動水圧の低減効果は考慮されてこなかった。そこで、スリットによる低減効果を確認し、低減率を定量的に評価することを目的として、水中振動台を用いた模型振動実験を実施した。

2. 実験概要

水中振動台（水槽 15m×15m、振動台径φ5.5m）にアクリル樹脂製の S-VHS 模型（延長 600mm×幅 620mm×高さ 540mm、縮尺 1/50）を写真-1 に示すように設置した。模型は、スリットの有無による動水圧の差を確認するため、スリット有りとし、スリット無しとの 2 種類を用意した。

水中振動台への入力波は正弦波とし、波数 10 波、振動数 5Hz とした。入力加速度は 100gal, 200gal, 300gal の 3 種類とし、加振方向は模型形状を考慮して、写真-1 に示す沖陸および法線の 2 方向とした。模型に作用する動水圧を計測するため、水圧計を図-1 に示す 18 箇所に、模型への入力波の伝播を確認するため、加速度計を 6 箇所に設置した。また、模型に作用する水平合力を計測するため、分力計を模型下 4 角に設置した。

動水圧合力は、水中および気中状態で加振を行い、水中、気中に関わらず地震慣性力は同一であることを前提に、水中状態で模型に作用する水平合力（地震慣性力+動水圧合力）から気中状態での水平合力（地震慣性力）を差し引くことで算出することとした。なお、加振回数は実験の再現性を考慮して各々 3 回とした。実験ケース一覧を表-1 に示す。

3. 実験結果及び考察

各ケースで計測した動水圧（実測値）と遊水幅による低減を考慮した Westergaard の式（式-1）より算出した動水圧（理論値）を各ケースおよび各部材で比較し、スリットによる動水圧の低減効果を確認した。

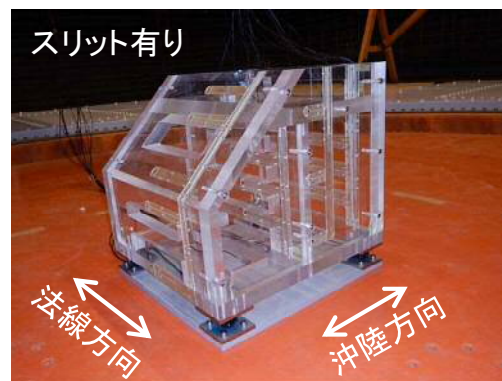


写真-1 S-VHS 模型

表-1 実験ケース一覧

ケース	スリット有無	加振方向	設置条件	入力加速度
CASE1	有り	沖陸	気中・水中	100gal
CASE2	有り	法線		200gal
CASE3	無し	沖陸		300gal
CASE4	無し	法線		

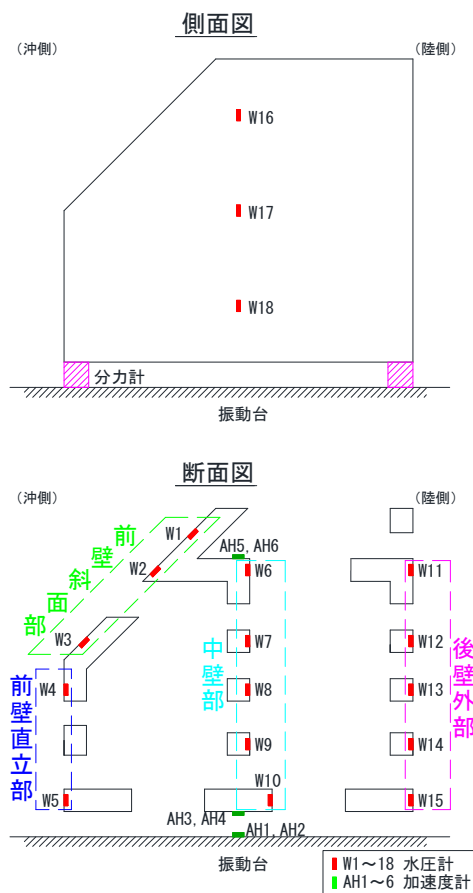


図-1 計測器設置位置

キーワード S-VHS 工法, スリット, 動水圧, Westergaard, 水中振動台

連絡先 〒112-8576 東京都文京区後楽 2-2-8 五洋建設（株） TEL 03-3817-7813 FAX 03-3817-7805

(1) 動水圧合力

各ケースの動水圧合力を表-2 に示す。
スリット有りの CASE1 はスリット無し
CASE3 の半分以下となり、スリットによ
り動水圧が低減することを確認した。

スリットが無い、あるいはスリットの効
果が影響しない CASE3 および CASE2, 4
において、実測値が理論値の 40~50%程度
となった。これは、本来、Westergaard の式
が動水圧の作用に直交する面の幅が大き
い構造（ダム等）を想定した式であり、本
実験に用いた模型のような比較的幅が小さい構造の場合、動
水圧が模型の側面および下面に逸散していることが原因と考
えられる。

(2) 各部材に作用する動水圧

図-1 に示す水圧計のうち、一例として同じ高さに設置した
水圧計 W4, W8 および W13 で計測した動水圧（CASE1, 入
力加速度 300gal）を図-3, 図-4 および図-5 に示す。これらの
図から、前壁直立部および後壁外部では、実測値が理論値の
20%程度であったのに対し、中壁部では理論値の 70%程度で
あることが分かる。これは、閉ざされた空間内に位置する中
壁に作用する動水圧は、模型側面への逸散がなく、理論値か
らの低減効果のほとんどはスリットによるものであったため
と考えられる。なお、いずれの部材においても、入力加速度
による傾向の相違はなかった。

表-2 函体に作用する動水圧合力

ケース	入力加速度 (gal)	動水圧合力 最大値 (N)		①/② (%)
		① 実測値	② 理論値	
CASE1 スリット有り 沖陸方向	100	85	419	20.2
	200	159	812	19.6
	300	244	1,199	20.3
CASE2 スリット有り 法線方向	100	173	456	38.0
	200	360	933	38.6
	300	547	1,453	37.7
CASE3 スリット無し 沖陸方向	100	247	514	48.1
	200	373	811	46.0
	300	534	1,192	44.8
CASE4 スリット無し 法線方向	100	182	449	40.5
	200	343	866	39.6
	300	518	1,298	39.9

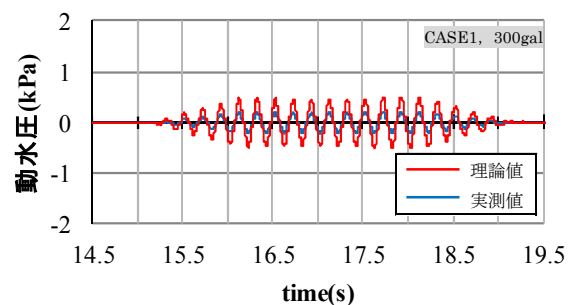


図-2 W2（前壁斜面部）

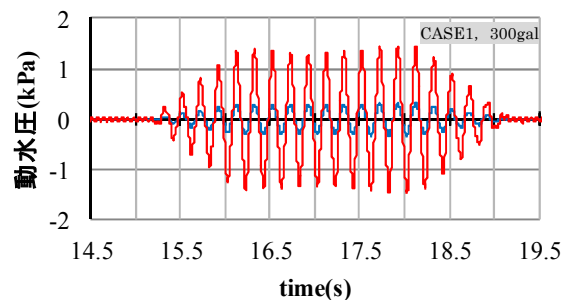


図-3 W4（前壁直立部）

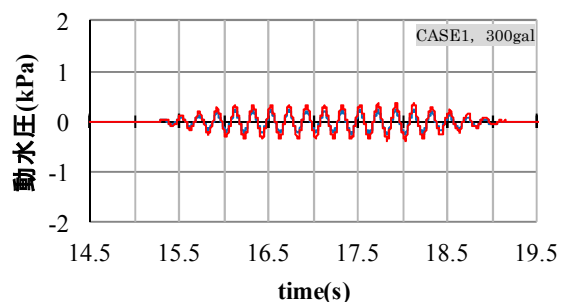


図-4 W8（中壁部）

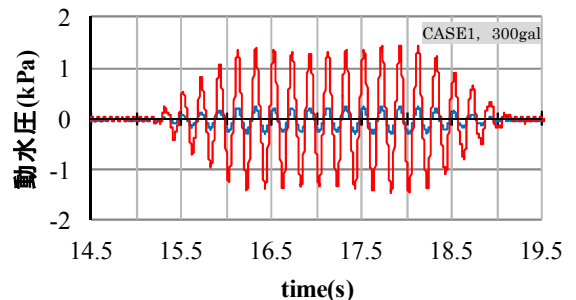


図-5 W13（後壁外部）

$$\text{Westergaard の式 } p_{dwk} = \pm \frac{7}{8} c k_h \rho_w g \sqrt{H y} \quad (\text{式-1})^1$$

ここに、 p_{dwk} : 動水圧 (kN/m²)

k_h : 震度

$\rho_w g$: 水の単位体積重量 (kN/m³)

y : 水面から動水圧を求める点までの深さ (m)

H : 水深 (m)

L : 水が占める空間の振動方向の長さ (m)

c : 補正係数

$$\frac{L}{H} < 1.5 \text{ のとき } c = \frac{L}{1.5H}, \quad \frac{L}{H} \geq 1.5 \text{ のとき } c = 1.0$$

4. おわりに

本実験によって、S-VHS 工法ではスリットの効果および函
体形状の影響から動水圧が低減し、沖陸方向に作用する動水
圧合力は理論値の 20%程度まで低減することを確認した。今
後、函体幅等の影響を考慮した実験を行い、各スリット壁に
対する定量的な低減効果を確認する必要があると考える。

参考文献

1) 港湾の施設の技術上の基準・同解説 平成 19 年 日本港湾協会