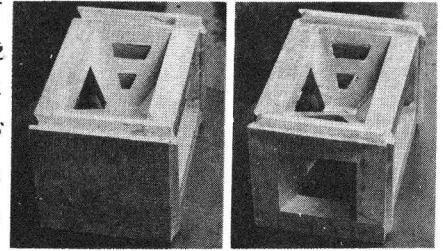


消波ケーソンの耐波安定性について

徳島大学工学部 正員 三井 宏
 阿南工業高等専門学校 正員 湯浅 博明
 阿南工業高等専門学校 正員 〇島 田 富美男

1. まえがき: 臨海地域への人口の集中に伴い港湾をはじめとする臨海地帯の多種多様の利用開発が急速に進んでおり、近年港湾施設を最大限利用する目的で各種の消波ブロックに変わり消波機能を備えたケーソンが開発されている。本報では、写真-1に示すAおよびB型の消波ケーソンの模型を用いて、滑動に対する安定性および天端コンクリートの揚圧力による安定性について実験的に検討を加えたものである。



2. 実験装置および実験方法: 実験は阿南工業高等専門学校土木工学科に設けられた片面ガラス張りの2次元造波水槽を使用した。実験に使用した模型(幅120cm×高さ120cm×長さ180cm)はアルミ合金鋳物で、A型は不透過構造、B型は透過構造になっている。表-1に模型の体積と重量を示している。

A 型 B 型
 写真-1 消波ケーソン模型
 表-1 模型の体積と重量

	空中重量 (g)		水中重量 (g)		体積 (cm ³)
	本体	底板	本体	底板	
A 型	4020	320	2455	195	1660
B 型	3230	380	1919	231	1460

(1) 堤体の滑動に対する安定性 図-1 (a)に示すように造波板から19mの位置に消波ケーソンの模型を設置し、入射波高測定用の容量式波高計を造波板から12mの位置に設置して実験を行なった。実験断面は高さ30cm、天端幅40cm、勾配1:2の栗石マウンド上に厚さ12mm、幅30cmの鉄板を水平に敷き、その上に模型を置き、模型を鉄板上で滑動させるようにした。模型堤体はA型1段積み、B型1段積み、B型2段積み、A型上段B型下段の5種類で、水深 h は1段積みの場合 $h=36$ cm、 $h=42$ cmの2種類、2段積みの場合 $h=48$ cmについて、入射波の周期を1.2secと一定にして実験を行ない、初めの3波を通過させて4波から8波までの5波を対象にし、その5波による堤体の滑動量と波高を測定した。また、各場合についてそれぞれ

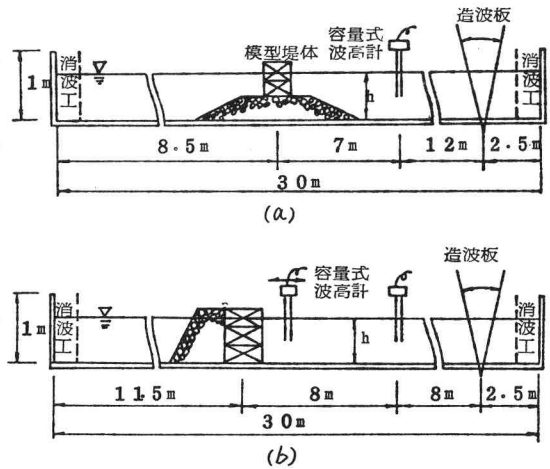


図-1 実験水槽

solid wallとして模型堤体の各面にプラスチック板を張りつけ、不透過構造とした堤体についても同様に滑動量とそれに対応する波高を測定した。(2)天端コンクリートの揚圧力に対する安定性 図-1 (b)に示すように造波板から16mの位置にA型消波ケーソンを千鳥状に3段積みした岸壁の模型を設置し、天端コンクリートの模型として180cm×590cm×6mmの重さ5.002kgの鉄板を水平に敷いて実験を行なった。天端コンクリートの揚圧力による安定性

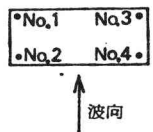


図-2 接点の測定方法は、図-2に示すように鉄板の凹隅に接点を設け、鉄板と堤体が密着しているときは電球が点灯しており、波力が大きくなり振動を生じると接点が離れ電球が点滅するようにして振動限界波高を測定した。

3. 実験結果および考察: (1) 堤体の滑動に対する安定性 伊藤等は、重量 W の堤体に波力 P が、時間 t だけ作

用し、摩擦抵抗 F よりも波力が大きければ堤体は滑動して、時間後に静止すると考え、外力のなした仕事は堤体の運動エネルギーに等しいという関係から、 H_1 なる波高による1回の滑動距離 x を次式で表わしている。

$$x = \mu g k / 2 \cdot P (P - P_c) / P_c^2 \cdot H_1 \quad (1)$$

ここで、 g は重力加速度、 μ は摩擦係数、 P は波高 H_1 のとき堤体にかかる平均波圧、 P_c は滑動限界時の平均波圧である。また、 k はマウンドが低いときの平均値として 0.025 sec/cm 、マウンドが高ければ 0.013 sec/cm と推定している。式(1)において平均波圧 P を、水の単位重量を w 、波圧係数を K として $P = K w H_1$ とおくと、 K は次式で求めることができる。

$$K = \{ \mu g k w H_1^2 P_c + \sqrt{(\mu g k w H_1^2 P_c)^2 + 8 \mu g k w H_1^2 P_c^2} \} / (2 \mu g k w H_1^2) \quad (2)$$

ここで、 $x = 0$ とおくと $K = P_c / w H_1$ となり、中村が求めた波圧係数算定式²⁾と一致する。また、solid wallの場合には、波高 H_0 のときの平均波圧が広井公式 $P = K_0 w H_0$ で表わされると仮定し、式(1)より消波ケーソンの波圧係数 K_1 を求めると次式になる。

$$K_1 = \{ P_c w H_1^2 + \sqrt{(P_c w H_1^2)^2 + 4 K_0 w H_0^2 H_1^2 (K_0 w H_0 - P_c)} \} / (2 w H_1^2) \quad (3)$$

図-2は、波高と滑動量の関係を表わした一例であり、図中の●印は消波ケーソンの波高と滑動量の関係で、○印はsolid wallの場合である。このグラフを読み取り、上述した2通りの方法で波圧係数を求めた一例を表-2に示す。表-2より、波圧係数 K は k の値 0.025 sec/cm と 0.013 sec/cm によって変化しても最高 0.07 であり、 k の値に対してはあまり変化しないと思われる。また、波圧係数 K はB型の透過型よりもA型の不透型の方が大きく、 K の値の範囲はA型で $0.74 \sim 0.95$ であり、B型で $0.63 \sim 0.84$ である。つぎにsolid wallに対する波圧係数を $K_0 = 1.5$ としたときの消波ケーソンの波圧係数 K_1 はA型で $0.96 \sim 1.18$ 、B型で $0.81 \sim 1.07$ の範囲にあり、式(1)より求めた K の値より少し大きな値を示している。これは式(2)より明らかなように、 K は K_0 の関数であり、 K_0 として経験的にその妥当性が広く知られている広井公式の 1.5 を用いることによって、

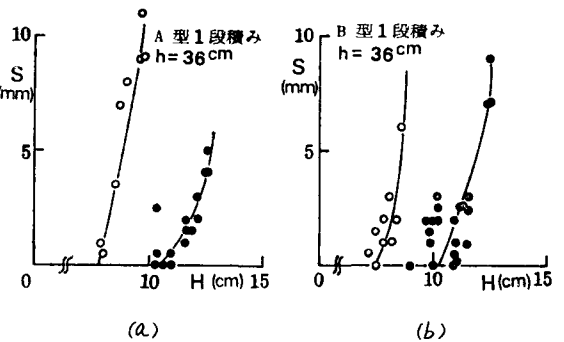


図-3 波高と滑動量の関係

表-2 波圧係数

水深 h (cm)	滑動量 S (mm)	A型1段階み					B型1段階み				
		H_0 (cm)	H_1 (cm)	$k=0.025$	$k=0.013$	K_1	H_0 (cm)	H_1 (cm)	$k=0.025$	$k=0.013$	K_1
36	0	7.80	10.60	0.95	0.95	1.07	7.50	10.20	0.81	0.81	1.04
	1	8.00	11.25	0.92	0.94	1.02	7.85	10.50	0.80	0.82	1.05
	2	8.20	11.80	0.90	0.93	0.99	8.20	10.80	0.80	0.83	1.07
	3	8.40	12.25	0.88	0.93	0.97	8.35	11.20	0.79	0.83	1.04
	4	8.60	12.60	0.87	0.93	0.96	8.55	11.50	0.78	0.84	1.04
	5	8.80	12.80	0.87	0.94	0.97	8.70	11.80	0.77	0.84	1.02
42	平均値	10.50	13.70	0.90	0.94	1.00	11.80	14.00	0.76	0.79	0.84
	0	11.50	13.90	0.74	0.76	1.18	12.60	14.60	0.67	0.68	0.81
	1	11.40	14.10	0.75	0.77	1.14	12.85	13.20	0.65	0.67	0.80
	2	11.70	14.30	0.75	0.78	1.16	12.77	13.65	0.64	0.67	0.81
	3	11.90	14.50	0.75	0.79	1.16	12.97	14.00	0.63	0.67	0.82
	5	12.05	14.70	0.75	0.80	1.16	13.30	14.30	0.63	0.67	0.82
	平均値			0.75	0.77	1.15			0.65	0.68	0.82

K_1 についても同様に波圧公式としての安全性が付随していると考えられる。(2)天端

コンクリートの揚圧力に対する安定性 滑動の場合と同様な方法で冷田は棧橋に働く揚

圧力を求めており、また天端コンクリートに働く揚圧力も同様に求めてみるが、ここでは簡単に以下の方法で波圧係数を求める。天端コンクリートに働く揚圧力が波圧係数を K_2 として $K_2 w H$ で表わされると仮定し、天端コンクリートが振動を生じる直前の限界揚圧力が天端コンクリートの重量 P に等しいと考えると次式が成立する。 $P = K_2 w H$ (4)

この式より、天端コンクリートに対する揚圧力の波圧係数 K_2 を求めることにする。表-

3は、図-2に示すNo.1~No.4の振動状況を表わしたもので、●印は振動が生じていることを表わし、○印は振動が生じていないことを示す。この表より、天端コンクリートに振動を生じる限界波高を 8 cm とみなすと、式(4)より K_2 は 0.589 となる。最後に、本研究を遂行するにあたり、模型を提供して下さった海洋建設研究所の岩佐信幸氏、加賀城毅氏に感謝の意を表す。

参考文献 1)伊藤進他:防波堤の安定性に関する研究, 港湾技術研究所報告, 第5巻14号, 1966.

2)中村勇:直立消波透過型防波堤模型実験, 第3港湾建設局神戸調査設計事務所研究報告, vol.8, vol.1.

3)合田良次:構造物に働く波力, 1967年度水工学に関する夏期研修会講義集, 土木学会水理委員会, 1967年8月.