

波による混成堤基礎の洗掘に関する一実験

加 川 道 男*・中 山 種 清**

1. 実験の目的

砂質地盤上に設けられた捨石防波堤あるいは混成防波堤等が完成後に堤脚部にあたる部分に洗掘現象を起し、捨石、方塊等が転落崩壊するケースが多く見受けられる。しかし、洗掘機構を解明することは現象がきわめて複雑であることと、実験結果の現地への適合性に問題があるために実験研究が少ない。ここで述べる実験は、堤脚部の洗掘現象を実験室内において把握し、これを現地の構造物を設計施工する際の資料とするためのものである。したがって、この実験で求めるものとして、

- (1) 堤体に直接影響を与える堤脚部の洗掘量がどの程度であり、主にどこが、どんな形で洗掘されるか。
- (2) これらの洗掘が、堤体に与える影響はどうか。
- (3) 洗掘を防止するために用いたアスファルトマットの効果はどうか。

等に主眼点を置いた。

2. 実験方法

堤脚部の洗掘現象に関係する諸量のうちほぼ一定とみなされる諸量を省略するとつぎの諸量が考えられる。

$$\Delta h = f(h, H_0, T, t, d)$$

ここに、 Δh : ある地点の洗掘深さ

h : 水深 (一様水深と考える)

H_0 : 沖波波高

T : 波の周期

t : 経過時間

d : 底質砂の中央粒径

本実験においては、ひとまず h , H_0 , d を一定と考え、

$$h = 6.0 \text{ m}$$

$$H_0 = 4.0 \text{ m}$$

$$d = \text{標準砂}$$

$$T = 6 \text{ sec and } 8 \text{ sec}$$

$$1 \text{ 時間} \leq t \leq 180 \text{ 時間}$$

について実験を行なうこととした。

(1) 実験装置

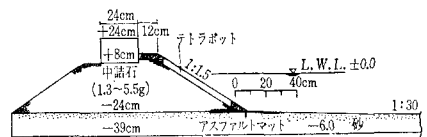
実験に用いられた水槽は幅 0.60 m × 深さ 0.65 m × 長

さ 11.0 m の側面ガラス張りのもので、造波装置はペンデュラム型、原動機は 3 ϕ , 220 V, 2 HP であり、波高、に周期対しては可変装置を備えている。

(2) 模 型

模型は水槽の規模から 1/25 の大きさとした。堤構造は防波堤というよりも埋立護岸に近い形になったが、捨石張りの構造にすると反射波が大きいことと、もどり流れが大きすぎるなどから 8 t 型のテトラポットを 2 層に積み上げた消波構造とした。のり面勾配は 1 : 1.5 を考え、堤頂にはコンクリートの堤体を置いたものとなった。海底勾配を 1 : 30 とした。堤体模型の断面図を図-1 に示す。

図-1 模型断面



海底となる砂は標準砂を利用した。

なお、アスファルト マットの洗掘防止効果を測定するために用いたアスファルト マットの据置位置は (現地寸法で) 捨石のり先より堤外側に 5.0 m, 堤内側に 3.0 m とし、堤体法線直角方向に 8.0 m の長さを有するアスファルト マットを用いた。

- a. のり先水深 : -24 cm (6.0 m)
- b. 海底の砂 : $d_{50} = 0.1 \sim 0.2 \text{ mm}$
- c. 消波工 : テトラポット 0.5 kg (8 t 型)
- d. マウンド捨石 : 1.3 ~ 5.5 g (20 ~ 80 kg)
- e. アスファルト マット : 20 × 32 × 0.3 cm 比重 2.2

配合

アスファルト量 17% (Pen 250 ~ 300)

石 粉 35%

砂 40%

鉄 粉 8%

性状 (10°C) 比重 2.2

曲げ強度 8 kg/cm²

このアスファルト マットは現寸大の一般に利用されているものに比較してたわみ性に富んでおり洗掘に応じた変形をする。アスファルト マットの洗掘防止効果における相似性については問題点として残る。

* 正会員 運輸省第三港湾建設局神戸調査設計事務所長

** 運輸省第三港湾建設局神戸調査設計事務所

(3) 実験ケース

波高を一定とし、周期を2種類として、アスファルトマットを設置した場合と設置しない場合について、比較のできる形で実験を行なった。

	模型寸法	現地寸法
水位	± 0.0 cm	± 0.0 m
波高	16.0 cm	4.0 m
周期	1.2 sec, 1.6 sec	6 sec, 8 sec

3. 測定方法

波高は変化の少ない波であったため、時折スケールで測定し、周期はストップウォッチで所期するものが出るように変速機を操作した。

砂の洗掘、堆積の量的測定はスケールを用いた。測定箇所は水槽の幅の中央の線上と両側面のガラスに接した箇所とした。測定不可能な堤下部付近についてはガラス面の箇所としたが、1ケースの実験終了後堤体を除いて、堤脚部の砂の移動量をも測定した。各時間ごとの状況は写真および35mmカメラを利用してその変化を表わすことにした。

洗掘量の測定は、下記の実験経過時間について行なった。

模型における測定時間(単位: 秒)

12, 36, 72, 108, 144, 288, 432, 576, 720,
1080, 1440, 2160

これを現地時間に換算すると(単位: 時間)

1, 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48, 60, 90, 120, 180

である。

4. 実験結果

(1) 測定値

各測定時間ごとの洗掘量測定結果を図-2に示す。

図-2において、縦軸は波高に対する洗掘深さの比、横軸は $t/(T \times 60)$ を採った。この図に示されているものは、マウンド捨石のり先より測定しておのおの15 cm, 25 cm, 35 cm 堤外側地点の測定結果である。

堤脚部近辺について、そのガラス面に接した部分の洗掘状態を写真によって表わしたものを図-3に表わす。この図においては、堤脚部の洗掘によるテトラポットの変化をも同時に表わしてある。おのおの経過時間におけるテトラポットの移動位置を示す。

なお、アスファルトマットの防止効果を測定するために、マットの中央部の洗掘による沈下量お

よびその堤外側の洗掘深さを測定したが、その結果を図-4に示す。

(2) 観察結果

全体的な水槽内での砂の動きを描いた。特に深く掘れ

図-2 (a) 洗掘深さ—時間の変化

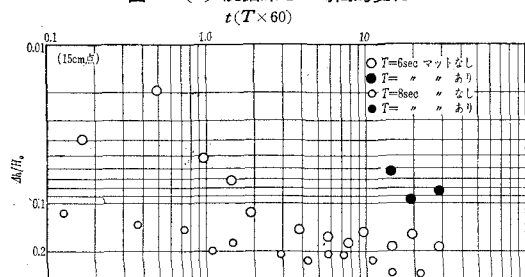


図-2 (b) 洗掘深さ—時間の変化

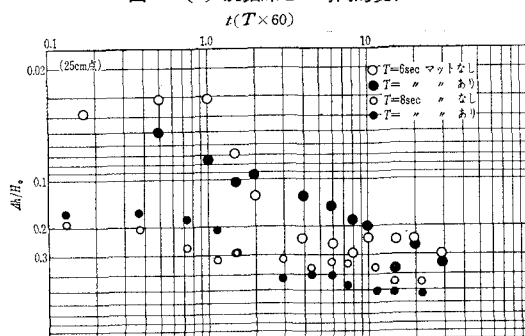


図-2 (c) 洗掘深さ—時間の変化

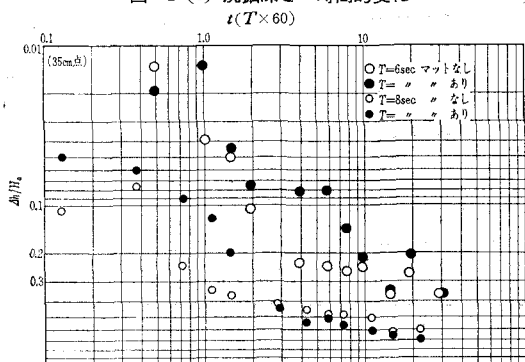


図-3 (a)

凡例
 — 初め
 - - - 9時間
 --- 48時間
 ... 180時間
 Mat. なし
 T : 1.2 sec
 H₀ : 16 cm

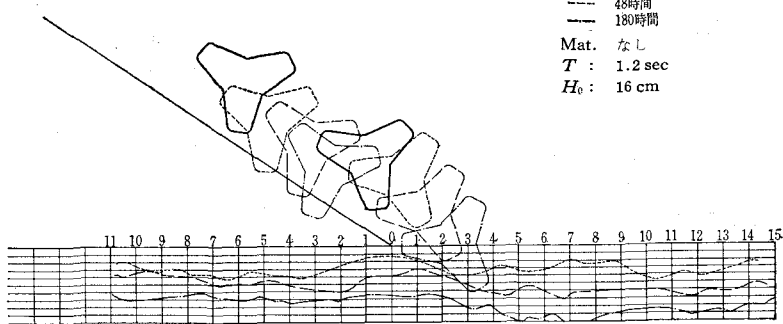
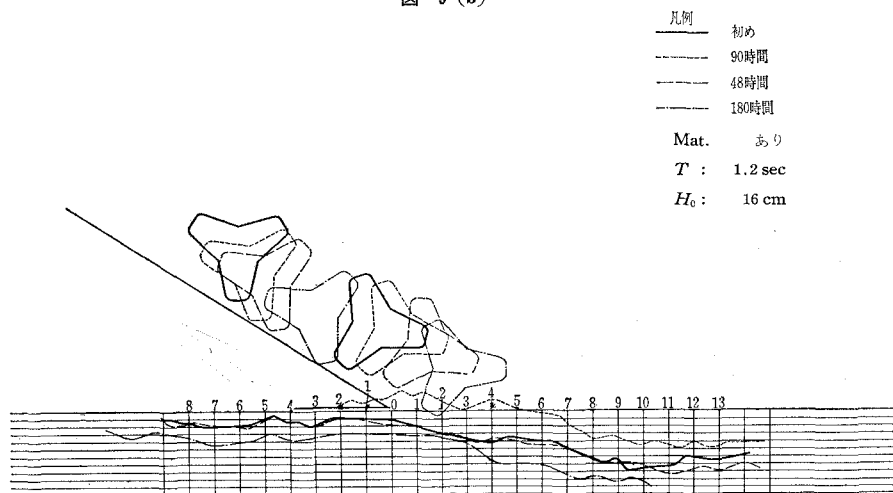


図-3 (b)



る、あるいは高く堆積しないと測定精度の点からも表わすことができないのと、線上を測定している結果、図としては必ずしも(+)(-)の面積が一致するようにはなっていないが、砂の移動状況を観察した。また、全体的にも一様に砂漣が作られるためにその測定はさらに複雑となっている。洗掘防止マットの有無にかかわらずに、測

あることから、それぞれ洗掘堆積状況は定性的には同様であっても、定量的には差異が認められる。特に堤脚部付近では両側は量的にも多く、堤下端部では、はっきりした差異を示すことが確認された。ガラス面は側方から観察されるためにその形を時間ごとにプロットすることができるが、中央部分はそれができず、実験終了後に捨石等を取り除かなくてはならないため、最終的な形しか認められないが、これによれば、マット下面はほとんど沈下現象は起きていない。また、アスファルト マットの接合部は掘れて凹状を呈す。アスファルト マットの設置していないケースにおいては堤脚の洗掘とともに必然的に沈下現象を起こし、全体的に堤外側へすべり落ちを呈する。また、側面のガラス面では砂の移動とともに捨石の砂中への沈埋の状況を起こすが、これらは特に顕著ではない。アスファルト マットのあるケースではその沈下現象はきわめて少ないことが観察された。

5. 考 察

図-2 より一定経過時間で一定点での洗掘深さはある値におさまる傾向が認められる。周期による変化では長周期によるものが短周期によるものよりも洗掘が量的に大きく、捨石のり先より、35 cm の点で、 $4h/H_0$ は 0.7 前後であり、15 cm の点では 0.3 前後である。

アスファルト マットを堤脚部に設置した場合には最大洗掘深さについてはほとんど影響はないが、堤体の崩壊につながる捨石の変位を防ぐためには、効果があることは 図-3、図-4 等の測定結果より判断できる。

なお本実験では堤脚部の基礎地盤の洗掘はマットを設置した場合、洗掘部分の斜面の勾配が 1:5 から 1:8 程度におさまるものとみられた。

図-4

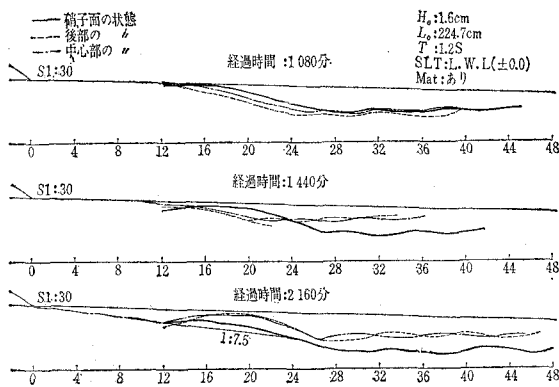


図-5

